

**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: Механизация возделывания картофеля с разработкой культиватора

Шифр ВКР35.03.06.628.18.КК00.00.00ПЗ

Студент          группа 2412с          Макаров И.В.

Руководитель          доцент          Пикмуллин Г.В.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол №          от          2018 г.)

Зав. кафедрой          профессор          Яхин С.М.

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./

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

### **ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студенту: Макарову Ивану Владимировичу

**Тема ВКР:** Механизация возделывания картофеля с разработкой рабочего органа культиватора для междурядной обработки почвы

Утверждена приказом по университету от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

№ \_\_\_\_\_

**Срок сдачи студентом законченной ВКР** \_\_\_\_\_

**Исходные данные к проекту:** материалы, собранные в период преддипломной практики по данной теме, а также новые технические решения (А.С., патенты, статьи и др.).

**Перечень подлежащих разработке вопросов:**

1. Состояние вопроса (обзор литературы).
2. Анализ технологического процесса междурядной обработки почвы.
3. Разработка конструкции машины.

#### 4. Выводы.

#### Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

1. Существующие конструкции рабочих органов культиваторов
2. Общий вид культиватора для междурядной обработки почвы
3. Сборочный чертеж нового рабочего органа
4. Детализовка
5. Операционно-технологическая карта междурядной обработки почвы
6. Технологическая карта по возделыванию картофеля

#### 6. Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Охрана труда и техника безопасности	Гаязиев И.Н
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

7. Дата выдачи задания 15.12.2017

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	09.01.2018	
2.	Анализ технологического процесса междурядной обработки почвы	22.01.2018	
3	Разработка конструкции машины	03.02.2018	

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ (Макаров И.В.)

Руководитель ВКР к.т.н. доцент \_\_\_\_\_ (Пикмуллин Г.В.)

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие научно – технического прогресса в сельском хозяйстве и особенно в области его механизации неразрывно связано с дальнейшим развитием техники для возделывания и уборки с/х культур. В условиях интенсивной системы возделывания сельскохозяйственных культур большое значение имеет научно-обоснованная разработка и применение рациональной обработки почвы. Главная цель рациональной обработки почвы заключается в том, чтобы увеличить и сохранить почвенное плодородие, создать благоприятный водный режим, уничтожение сорняков при рациональном использовании ресурсов и сохранения экологического равновесия.

Одним из важных элементов технологии ухода за посевами является обработка междурядий пропашных культур, главной задачей, которой в зоне недостаточного увлажнения является сохранение и накопление влаги в почве за счет уничтожения сорняков и создания рыхлого верхнего слоя почвы.

Одним из путей улучшения качества междурядной обработки почвы и уменьшения ширины защитной зоны является использование пропашного культиватора, оснащенного комбинированными рабочими органами с принципиально новым воздействием его на обрабатываемую среду.

Настоящая работа посвящена изысканию, разработке и обоснованию параметров комбинированного рабочего органа используемого в качестве сменного органа пропашного культиватора, обеспечивающего обработку почвы в междурядьях с минимальными защитными зонами пропашных культур, в частности, картофеля.

## 1 Литературно – патентный обзор

### 1.1 Литературный анализ существующих конструкций рабочих органов культиватора

Как следует из анализа литературных источников, выпускаемые промышленностью и находящиеся в стадии разработки и исследования, современные рабочие органы (лапы) по конструктивным особенностям могут быть разделены на три основные группы: лапы полольные, рыхлительные и окучники.

В последние годы отмечается тенденция к расширению использования культиваторов с комбинированными рабочими органами на поверхностной и междурядной обработке почвы под основные сельскохозяйственные культуры. При этом окучники широко применяются на междурядной обработке пропашных культур. Односторонние окучники представляют собой небольшие отвалы, переворачивающие почву на ту или другую сторону. Двухсторонние окучники имеют форму сдвоенного плужного корпуса с отвалами, переворачивающими почву одновременно влево и вправо. Эти рабочие органы применяются в нешироких междурядьях. Угол раствора окучников  $2\gamma=50\dots60^\circ$ , угол резания  $\beta=30\dots35^\circ$ , угол подъема  $\alpha=30\dots35^\circ$ .

Как показывает практика очень низкое качество работы таких устройств из-за отсутствия рациональных рабочих органов и элементов к ним, в полной мере удовлетворяющих требования агротехники, а также из-за не правильного выбора типа и формы рабочих органов.

В этой связи интерес представляет окучник с двухсторонним решетчатым отвалом (рисунок 1.1а), содержащий стойку и закрепленную на ней фигурную лапу с режущими кромками и закрылками, двухсторонний решетчатый отвал, размещенный между лапой и отвалом, жестко закрепленный на них. Также отвал оснащен прутковыми крыльями, свободные концы которых выполнены в форме крыла отвала, а другие концы установлены на тыльной стороне

(кромке) отвала с возможностью регулирования их положения по пазу, в зависимости от почвенных условий и высоты гребня.

Существующие рабочие органы окучников обладают значительной энергоёмкостью процесса рыхления и низким качеством обработки почвы из-за неправильного их спроектирования и выбора формы режущей кромки, рабочей поверхности и дополнительных элементов лапы [1].

Принимая во внимание их недостатки в Казанском ГАУ разработан новый рабочий орган с принципиально новым воздействием их на обрабатываемую среду.

Повышение качества обработки почвы и её окучивания достигается тем, что в рабочем органе окучника, содержащем стойку 1 (рисунок 1.1а), закрепленную на ней фигурную лапу 2 с режущими кромками 3, долото 4, грудь 5 верхнего отвала 6, закрепленная на стойку 1, двухсторонний решетчатый нижний отвал 7, жестко закрепленный и размещенный между крыльями лапы 2 и нижними кромками крыльев отвала 6. На обоих крыльях верхнего отвала 6 размещены прутковые крылья 8, свободные концы прутков выполнены в виде крыльев отвала 6, а другие концы жестко закреплены на пластины 9, которые установлены на тыльных сторонах крыльев отвала 6 с возможностью регулирования их положения по вертикали в пазах 10 в зависимости от почвенных условий и высоты гребня [2].

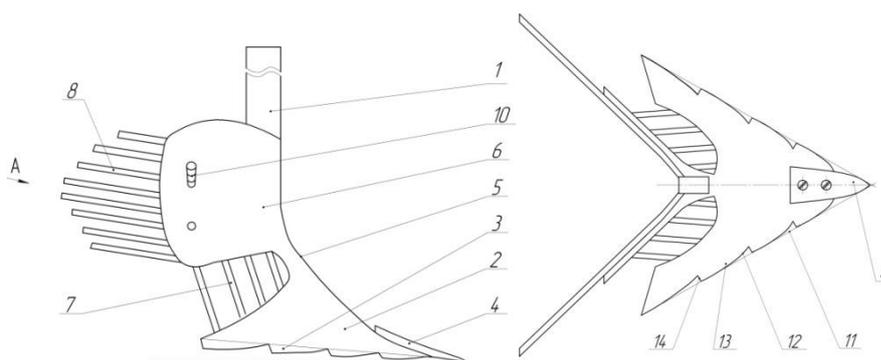


Рисунок 1.1а - Рабочий орган окучника

Режущая кромка каждого крыла лапы 2 имеет контур 11 прямолинейной формы, причем она по контуру 11 выполнена зубчатой. При этом передняя кромка 12 каждого зуба 13 имеет форму логарифмической спирали,

размещена под некоторым углом скользящего резания к продольной оси лапы и с перекрытием в поперечном направлении передней кромки 12 расположенная впереди зуба 13, а тыльная кромка 14 каждого зуба 13 выполнена прямолинейной и расположена перпендикулярно к контуру. Зубья 13 на каждом крыле лапы 2 расположены от её носка до пятки увеличивающимися.

Рабочий орган окучника работает следующим образом. При движении почвообрабатывающего орудия по обрабатываемой площади в подрезающей части лапы, угол резания которой имеет минимальное значение, происходит подрезание пласта почвы и сорняков на установленной глубине. При этом за счёт выполнения режущей кромки каждого крыла лапы по контуру прямолинейной формы зубчатой, а передней кромки каждого зуба по участку логарифмической спирали, подрезание пласта почвы и сорняков осуществляется в горизонтальной плоскости со скольжением и минимальной энергоёмкостью процесса резания. Далее частично разрыхленная почва, при дальнейшем её подъеме по решетчатому нижнему отвалу сепарируется. Затем воздухо-водопроницаемая часть почвы при помощи груди и крыльев верхнего отвала 6 поднимается, поворачивается в сторону гребней на угол наклона  $90^{\circ} \dots 120^{\circ}$  и подгребаются к рядкам растений с образованием гребней, при этом разрыхлятся стенки борозды с помощью регулируемых по высоте прутковыми крыльями, размещенными на боковых кромках верхнего отвала с возможностью перемещения по вертикали на пазах и одновременного подъема этой почвы с продолжением образования воздухо-водопроницаемой гребней и срезанием корней и стеблей сорных растений на их боковых поверхностях, засыпанием их почвой находящихся в защитной зоне, направлением сепарированной эрозионно - опасной части почвы на дно борозды.

Такой рабочий орган окучника позволяет исключить известные недостатки существующих и более рационально выполнить междурядную обработку почвы, совмещать несколько операций, таких как рыхление, подача, подъем, сепарирование, уничтожение сорняков, полную заделку гребней, обеспечение воздушного и водного режимов.

Рабочий орган окучника обеспечивает агротехнические требования, таких как качественное рыхление поверхностного слоя гребней, создание мелкокомковатой структуры в поверхностном слое, улучшение воздушного и

водного обмена в слое почвы, уничтожение сорной растительности. Выполнение данных требований позволяет уменьшить указанные недостатки существующих рабочих органов, снизить энергоёмкость процесса, поднять урожайность и получить технический, социальный и экономический эффекты.

Известен окучник с гребнеобразующими дисками (рисунок 1.1б), содержащий стойку и закрепленную на ней фигурную лапу с режущими кромками, гребнеобразующие диски, установленные под углом к направлению движения и дну борозды и решето отвала, размещенное между лапой и отвалом и соединенное с ними. При этом диск свободно установлен на конце оси рычажного типа, а другой конец ее установлен на стойке с возможностью перемещения по вертикали в пазе. Режущая кромка диска по периферии оснащена зубьями, что обеспечивает лучшее сцепление их с дном борозды и повышает устойчивость вращения при работе. На рабочей поверхности дисков установлены почвотранспортирующие лотки спиральной формы.

Следует отметить, что существующие рабочие органы (пассивные и дисковые сферические), хотя и могут одновременно выполнять несколько операций, отдельно не способны качественно выполнять агротехнические требования междурядной обработки. Поэтому при выполнении заданного технологического процесса нельзя рассматривать их отдельно, так как только в случае их комбинирования, возможно управлять процессом крошения и формирования качественных гребней, что обеспечивает создание оптимальных условий для развития клубней картофеля и роста растений пропашных культур[1].

Повышение качества обработки почвы и её окучивания достигается тем, что в рабочем органе окучника, содержащем стойку 1 (рисунок 1.1б), лапу 2 с зубьями 3, долото 4, двухсторонний решетчатый нижний 5 и сплошной верхний 6 отвалы, два сферических диска 7, обращённых вогнутыми сторонами друг к другу, вершины которых направлены в сторону поступательного движения культиватора (агрегата) и смонтированных на концах оси 8 рычажного типа свободно под углом атаки (к направлению

движения) и наклона к дну борозды с возможностью вращения, а другой конец её установлен на стойке 1 лапы 2 с возможностью перемещения (регулирования) по вертикале (высоте) в пазе 9, причём режущая кромка каждого диска 7 по периферии оснащена трапецеидальными зубьями 10 с заточкой, а на вогнутой рабочей поверхности каждого диска 6 радиально установлены почвотранспортирующие лотки 11. При этом почвотранспортирующие лотки выполнены по участку логарифмической спирали и плавно огибают поверхность диска [2].

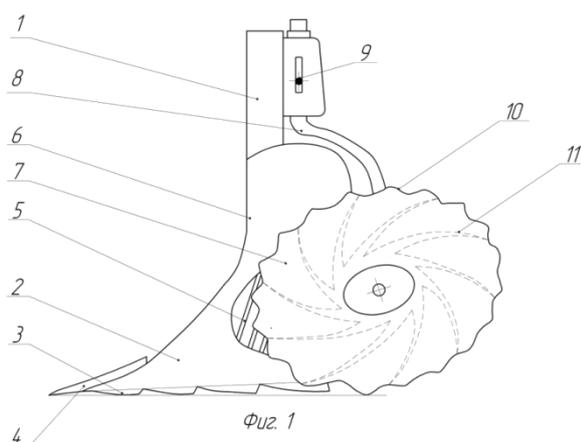


Рисунок 1.1б - Рабочий орган с гребнеобразующим диском

Рабочий орган работает следующим образом. При движении рабочего органа окучника плоскорежущая лапа 2 заглубляется в почву и подрезает ее на установленной глубине. Далее, разрыхленная почва поднимается по рабочей поверхности решетчатого нижнего отвала 5 и гребнеобразующими дисками 7 подгребаются к рядку растений. При этом часть почвы через промежутки решета сепарируется в борозду, образуя рыхлое дно и засыпает сорняки в защитной зоне. Диски 7 при движении окучника равномерно срезают и крошат почву у стенки борозды, уничтожают сорняки и при помощи почвотранспортирующих лотков 11 направляют подрезанную покрошенную почву на вершину гребня. Таким образом, формируются гребни необходимой высоты с воздухо - водопроницаемой структурой почвы, а повреждение корневой системы растений (например, картофеля) сводится к минимуму [3].

Использование рабочего органа окучника позволяет повысить качество обработки почвы, снизить энергоемкость процесса рыхления без передачи значительных динамических нагрузок на базовую машину.

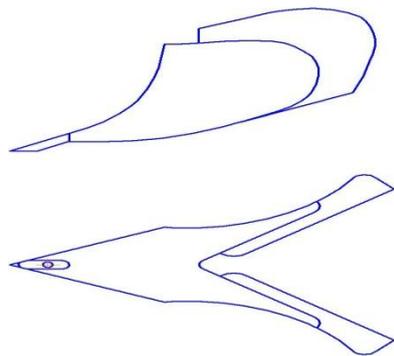
Определенный интерес представляют двухсторонние окучники (рисунок 1.1в), имеющие форму сдвоенного плужного корпуса с отвалами, переворачивающими почву одновременно влево и вправо. Эти рабочие органы применяются в нешироких междурядьях.

Также заслуживают внимания односторонние окучники (рисунок 1.1г), представляющие собой небольшие отвалы, переворачивающие почву в ту или другую сторону. Эти рабочие органы в основном применяются при малой площади и в труднодоступных местах (на поворотных полосах и др.).

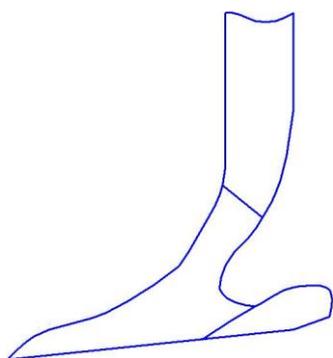
Сотрудниками Казанского ГАУ разработан оригинальный рабочий орган культиватора – плоскореза (а.с. 1614767, рисунок 1.1д), содержащий стойку с лапой, имеющей крылья с режущими кромками, выполненными в виде сопряженных отрезков логарифмических спиралей; закрылки; рабочую поверхность каждого крыла, выполненной по параболе, причем образующие рабочей поверхности выполнены в виде кривых с переходом от параболы к прямой. Данный рабочий орган идеально подходит для обработки междурядий пропашных культур.

Кроме того для обработки междурядий пропашных культур применяется универсальная стрелчатая лапа (рисунок 3.1е), которая включает в себя стойку, лапу с прямолинейной режущей кромкой (лезвием). Данная лапа отличается большей шириной захвата и увеличенным углом резания  $\beta=23...28^\circ$ , что способствует лучшему рыхлению почвы; однако эти лапы несколько хуже подрезают сорняки и поэтому их применяют на почвах, не очень засоренных сорняками.

в) Окучивающий корпус

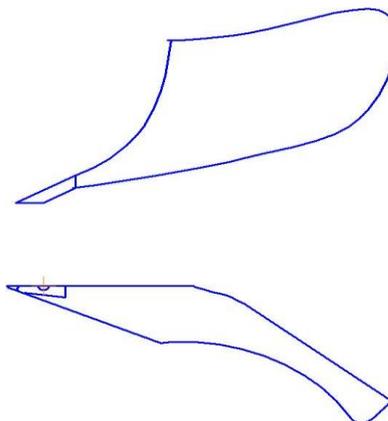


д)

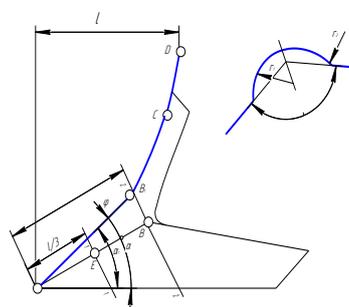


А.С №1614767

г) Окучник односторонний



е)



Универсальная стрелчатая лапа

Рисунок 1.1 – Схема существующих окучников культиваторов для междурядной обработки почвы

Определенный интерес представляет следующее изобретения рабочего органа окучника.

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к рабочим органам для междурядной обработки почвы.

Известен рабочий орган окучника, содержащий криволинейную стойку со стрелчатой лапой и отвалы, выполненные в виде попарно расположенных прутков, которые на стойке размещены с шагом, равным удвоенному диаметру прутка (Авт. свид. СССР 1605939, А 01 В 13/02, 39/14, 1990).

Недостатком этого рабочего органа является то, что при работе на тяжелосуглинистых и закамененных почвах происходит забивание промежутков между прутками комками почвы, камнями и сорняками, что

ведет к ухудшению качества обработки почвы, увеличению тягового сопротивления, снижению производительности агрегата.

Цель изобретения - повышение качества обработки почвы, снижение тягового сопротивления, повышение производительности агрегата.

Поставленная цель достигается тем, что отвалы рабочего органа выполнены в виде прутков, расположенных веером, концы которых к стойке прикреплены с шагом, равным диаметру прутка, а шаг между их свободными концами равен двум диаметрам прутка, что способствует более эффективному рыхлению почвы и самоочищению отвалов.

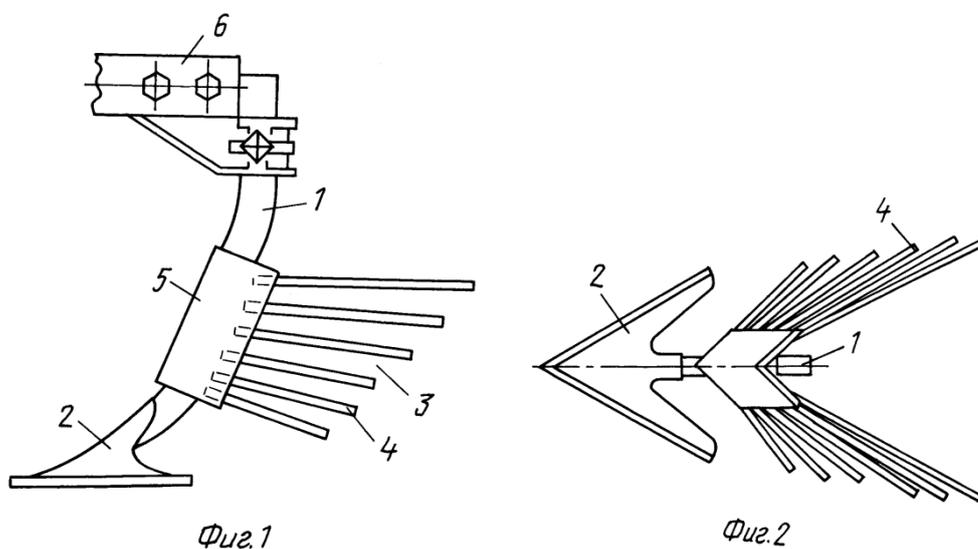


Рисунок 1.2 - Рабочий орган окучника

Рабочий орган окучника состоит из криволинейной стойки 1, стрелчатой лапы 2 и отвалов 3, состоящих из прутков 4, расположенных веером (рисунок 1.2).

Прутки 4 посредством уголка 5 закреплены на стойке 1 с шагом, равным диаметру прутка 4, а свободные концы их между собой размещаются с шагом, равным двум диаметрам прутка 4. рабочий орган с помощью стойки 1 устанавливают на секции культиватора 6.

Рабочий орган окучника работает следующим образом.

В процессе движения рабочего органа в почве стрелчатая лапа 2 подрезает слой почвы, который поднимается и поступает к прутковым отвалам 3, где прутки 4 крошат почву и отводят в сторону для образования

гребней. При этом крошение почвы происходит не только свободными концами прутков 4 на сходе с отвала, но и на всей его поверхности, так как прутки на отвалах размещены веером с увеличением зазора между ними от стойки до их свободных концов.

Предлагаемый рабочий орган окучника позволит повысить качество обработки почвы при возделывания пропашных сельскохозяйственных культур на тяжелых по механическому составу и закамененных почвах.

## **1.2. Литературный анализ существующих конструкций культиваторов окучников**

Как известно, технологии выращивания (возделывания) любой сельскохозяйственной культуры в районах ветровой и водной эрозии, засухи, особенно на склоновых землях (рельеф стокоформирующей поверхности поля) должны быть почвозащитными, основанными на применении безотвальной (плоскорезной) обработки почвы с сохранением стерни, пожнивных остатков на поверхности поля, что обеспечивает защиту почвы от выдувания и смыва, способствует большему задержанию снега и накоплению влаги в почве, повышает урожайность. Поэтому междурядная обработка почвы находит на полях страны всё большее применение.

Однако применяемые в настоящее время комбинированные почвообрабатывающие машины не способны полностью отвечать современным требованиям сельскохозяйственного производства. При этом широкое внедрение таких агрегатов сдерживается отсутствием экономичных и надёжных рабочих органов, наиболее полно отвечающих требованиям агротехники к междурядной обработке почвы и производственной технологичности данного процесса.

Существующие рабочие органы почвообрабатывающих орудий обладают значительной энергоёмкостью процесса рыхления и низким качеством обработки почвы из-за неправильного их спроектирования и выбора формы режущей кромки, рабочей поверхности и дополнительных элементов лапы.

Заслуживают внимания культиваторы-окучники Грязинского культиваторного завода.

Изобретение относится к области сельскохозяйственного машиностроения, в частности к почвообрабатывающим орудиям - культиваторам.

Секция пропашного культиватора, состоящая из закрепленного на параллелограммном механизме грядиля с установленным на нем кронштейном с рабочим органом, отличающаяся тем, что с целью снижения энергоемкости процесса обработки почв, засоренных камнями, кронштейн на грядиле закреплен шарнирно, соединен регулируемой по длине тягой с пружиной, а снизу опирается на упругий элемент, закрепленный на опоре, жестко соединенной с грядилем.

Известна секция культиватора-окучника Грязинского культиваторного завода (патент РФ 2013910, дата публикации 15.06.1994 г.) для междурядной обработки пропашных культур. Особенностью данной конструкции является параллелограммное крепление грядиля с установленным на нем кронштейном с рабочим органом. Достоинством этой конструкции является хорошее копирование рельефа поля рабочим органом и равномерность глубины обработки.

Недостатком этой секции является большая энергоемкость процесса обработки почвы, засоренной камнями. При встрече рабочего органа с камнем, во время обхода последнего, возникает большое значение тягового сопротивления, а при обработке почвы в промежутках между камнями также большое значение тягового сопротивления по сравнению с конструкциями, оснащенными упругими стойками.

Наиболее близким техническим решением к заявленному изобретению является секция культиватора-окучника КОН-К-2,8 предназначенного для эксплуатации на почвах, засоренных камнями, Грязинского культиваторного завода ([http://www.rosagrosnab.ru/toy\\_kult.htm](http://www.rosagrosnab.ru/toy_kult.htm)). Во избежание поломок рабочих органов секция оснащена предохранительным механизмом, благодаря которому рабочий орган во время встречи с препятствием выглубляется, а

после его обхода, под действием пружин сжатия, автоматически заглубляется. Недостатком этого культиватора-окучника является то, что секция хуже копирует рельеф почвы и обладает высокой энергоемкостью процесса обработки почвы, в промежутках между камнями.

Цель изобретения - снижение энергоемкости процесса обработки почв, засоренных камнями.

Поставленная цель достигается тем, что на секции пропашного культиватора, состоящей из закрепленного на параллелограммном механизме грядиля, кронштейн с рабочим органом закреплен шарнирно, соединен регулируемой по длине тягой с пружиной, а снизу опирается на упругий элемент, закрепленный жестко на опоре, соединенной с грядилем.

Предлагаемая конструкция состоит из звена параллелограммного механизма 1 с установленным на нем кронштейном для пружины 2, из пружины 3, надетой на кронштейн 2 и связанной тягой 4, с верхним плечом кронштейна 5, шарнирно соединенного с грядилем 6. К нижней части грядиля 6 жестко прикреплена упорная пластина 7 с упругим элементом 8. Рабочий орган 9 крепится обычным образом к кронштейну грядиля (рисунок 1.3).

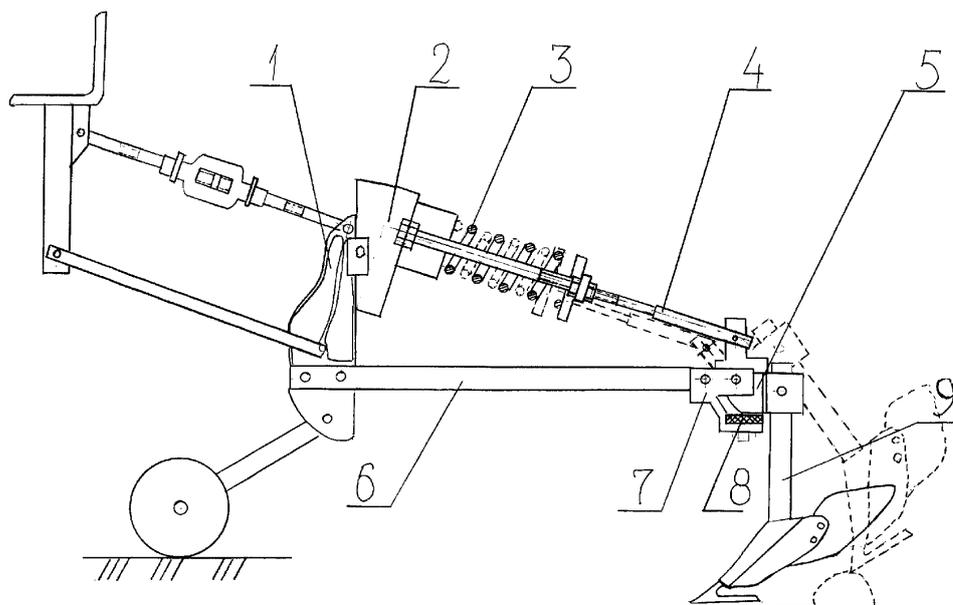


Рисунок 1.3 - общий вид предлагаемой секции

Предлагаемая секция работает следующим образом.

В процессе обработки почвы кронштейн с рабочим органом 9, заключенный между пружиной 3 и упругим элементом 8, под воздействием переменного сопротивления почвы начинает немного вибрировать, что снижает тяговое сопротивление. При встрече рабочего органа 9 с камнем кронштейн 5 поворачивается вокруг оси крепления, сжимая пружину 3, рабочий орган при этом выглубляется. После прохода препятствия пружина 3 возвращает кронштейн с рабочим органом в рабочее положение.

Применение данных секций культиваторов-окучников позволяет снизить энергоемкость процесса как обхода препятствия корпусом, так и процесса обработки почвы, сохранив при этом хорошее копирование рельефа поля.

Определенный интерес представляет культиватор-окучник Грязинского культиваторного завода.

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к пропашным культиваторам.

Известен культиватор-окучник КОН-2,8А, содержащий поперечный брус с параллелограммными секциями, каждая из которых снабжена верхними и нижними тягами, соединяющими передний и задний кронштейны копирующим колесом и сменными рабочими органами, закрепленными в держателях на грядиле [1].

Недостатком указанного культиватора-окучника является использование центральных держателей, закрепленных в пазах на конце грядиля, для установки окучивающих корпусов, выполняющих энергоемкую операцию нарезки гребней. При отклонении трактора от прямолинейного движения в шарнирах параллелограмма секции возникает значительный крутящий момент, вследствие того, что сила сопротивления приложена на плече, пропорциональном длине грядиля. В результате происходит интенсивный износ опор шарнирных осей и ухудшается стабильность хода рабочих органов.

Известен также культиватор с выдвинутым вперед грядилем, на конце которого имеется центральная накладка для крепления пружинной стойки с окучивающим корпусом (прототип) [2]. В этом устройстве вылет корпуса относительно осей параллелограммного механизма уменьшен и

соответственно уменьшен момент сил, действующих на секцию, и износ шарниров. Однако при таком креплении стойка окучника, как и в конструкции культиватора КОН-2,8А, может быть закреплена только на конце грядиля, что затрудняет установку за окучиком дополнительных рабочих органов. Это сужает функциональные возможности культиватора.

Целью настоящего изобретения является упрощение конструкции, повышение эксплуатационной надежности и расширение функциональных возможностей культиватора-окучника.

Поставленная цель достигается тем, что в культиваторе-окучнике, содержащем поперечный брус с параллелограммными секциями, каждая из которых снабжена верхней и нижними тягами, соединяющими передний и задний кронштейны, копирующим колесом и сменными рабочими органами, закрепленными в держателях, установленных на грядилях выполненных в виде трубы, новым является то, что передняя часть грядиля жестко соединена с задним кронштейном, а держатель выполнен в виде С-образного элемента, полки которого охватывают верхнюю и нижнюю стенки трубы и снабжены вертикальным пазом, а стойка расположена сбоку от трубы с регулируемым зазором.

Дополнительно, узел крепления копирующего колеса расположен на секции со стороны, противоположной держателю. На грядиле установлены последовательно, по крайней мере, два держателя с регулируемым продольным расстоянием.

Жесткое соединение передней части грядиля с задним кронштейном в сочетании с держателями, установленными на грядиле с регулируемым расстоянием, позволяет упростить конструкцию и расширить функциональные возможности культиватора-окучника. Выполнение держателя в виде С-образного элемента, полки которого охватывают верхнюю и нижнюю стенки трубы и снабжены вертикальным пазом, позволяет упростить конструкцию, и обеспечить ее изготовление в зависимости от имеющегося технологического оборудования. Расположение стойки С-образного элемента сбоку от трубы с регулируемым зазором позволяет устанавливать стойки рабочих органов,

имеющие различную толщину и оснастить культиватор-окучник дополнительными рабочими органами, расширяющими его функциональные возможности. Расположение узла крепления копирующего колеса на секции со стороны, противоположной держателю, позволяет равномернее распределить рабочую нагрузку на грядиль и, соответственно, на шарниры секции, что повышает эксплуатационную надежность.

На фиг. 1 изображен культиватор-окучник (без держателей и рабочих органов), общий вид; на фиг. 2 - секция культиватора с держателями; на фиг. 3 - схема расположения рабочих органов при довсходовом бороновании с одновременным восстановлением гребней, на фиг. 4 - конструкция держателя.

Культиватор-окучник (см.фиг.1) содержит поперечный брус 1, несущий параллелограммные секции 2. Секция 2 (см.фиг.2) снабжена верхней 3 и нижними 4 тягами, соединяющими передний 5 и задний 6 кронштейны. Секция 2 опирается на копирующее колесо 7 и несет сменные рабочие органы - 8, 9, 10 (см.фиг. 3), закрепленные в держателях 11, установленных на грядилях, выполненных в виде трубы 12, с регулируемым продольным расстоянием "а". Держатель 11 (см. фиг. 2,4) выполнен в виде С-образного элемента, закрепленного на трубе 12 с помощью хомута 13. Полки 14 держателя 11 охватывают верхнюю 15 и нижнюю 16 стенки трубы 12 (на фиг.4, вид сбоку, труба показана пунктиром). Стенки 15, 16 снабжены вертикальным пазом 17, а стойка 18 С-образного элемента держателя 11 расположена сбоку от трубы 12. Рабочие органы 8, 9 оснащаются стойками 19 (на фиг.4, стойка показана пунктиром), располагающимися в зазоре 20, величина которого регулируется в зависимости от толщины стойки 19.

На фиг. 3 показана схема расположения рабочих органов при довсходовом бороновании с одновременным восстановлением гребней. В переднем держателе 11 установлен окучник 8, а заднем - конусный ротор 9, на конце трубы 12 - цепная борона 10 (с помощью кронштейнов).

Технологический процесс, выполняемый культиватором-окучником, настроенным согласно схеме фиг.3, заключается в следующем. Культиватор-

окучник, соединенный с трактором (показан пунктиром) переводится в рабочее положение, при котором копирующие колеса 7 секции 2 служат в качестве опорных элементов для рабочих органов. При движении культиватора-окучника по полю окучник 8 восстанавливает поперечный профиль гребня, конусные роторы 9 рыхлят поверхность боковых стенок гребня, а цепная борона 10 дополнительно рыхлит вершину гребня.

В зависимости от выполняемой операции культиватор-окучник может быть укомплектован окучником и пропалочными боронами; стрелчатыми лапами и лапами-бритвами, подкормочным приспособлением и лапами с трубками. При этом на грядиле устанавливаются подвижно два держателя с регулируемым продольным расстоянием а. Для крепления заднего рабочего органа при установке на грядиле более двух рабочих органов могут использоваться удлинители, переходники и кронштейны.

Для более равномерного распределения нагрузки по сечению трубчатого грядиля 12 узел крепления опорного колеса 7 расположен на заднем кронштейне 6 секции 2 со стороны, противоположной держателям 11. При этом момент в поперечно-вертикальной плоскости от усилия на колесе уравнивается моментом на рабочих органах 8, 9, передаваемым через стойки 19 и держатели 11.

Жесткое соединение трубчатого грядиля 12 с задним кронштейном 6 секции 2, введение в конструкцию С-образных держателей 11, устанавливаемых на трубе 12 с регулируемым продольным расстоянием, упрощает конструкцию культиватора-окучника, секция которого может быть изготовлена с применением литых либо штампованных изделий в зависимости от технологического обеспечения производства. Использование нескольких рабочих органов, устанавливаемых за окучником, расширяет функциональные возможности культиватора-окучника.

Также заслуживают внимания изобретение рабочих органов и почвообрабатывающих машина для ухода за картофелем, выращенным на гребнях и возделываемым на средних и легких по механическому составу почвах.

Известен рабочий орган - окучивающий корпус, состоящий из носка, стойки, отвалов с крыльями и рыхлителя /1/. Недостатком рабочего органа является неуплотнение стенок гребня при окучивании. Носок корпуса, имеющий форму стрелчатой лапы и значительный угол крошения при движении забирает достаточное количество почвы для окучивания и лишь разрыхляет ее без какого-либо уплотнения склонов формируемого гребня.

Известен также рабочий орган, состоящий из стойки, на которой закреплена стрелчатая лапа с переставными крыльями, перемещающимися по вертикали и изменяющимися по ширине захвата /2/. Недостатком рабочего органа является также отсутствие уплотнения стенок гребня. Подобный рабочий орган обеспечивает рыхление почвы и подрезание сорняков в зоне его действия.

Наиболее близким по предлагаемому и технической сущности достигаемого положительного эффекта является культиватор-окучник, предназначенный для междурядной обработки и окучивания посадок картофеля /3/ - прототип.

Культиватор-окучник состоит из несущей рамы навесного устройства, опорных колес, набора комплектующих рабочих органов для междурядной обработки почвы, в том числе и стрелчатых лап со стойками для окучивания картофеля, путем присыпания стенок гребня при рыхлении междурядий посадок.

Недостатком подобной машины является недостаточное уплотнение стенок и гребня при окучивании стрелчатыми лапами посадок картофеля в течение вегетационного периода его развития.

При окучивании посадок картофеля, возделываемого на средних и легких по механическому составу почвах, разрыхленная стрелчатыми лапами почва из-за недостаточного уплотнения стенок и гребня по верху осыпается, оголяя клубни растений. В результате этого нарушаются водно-воздушный и температурный режимы состояния почвы в фазе развития растений, способствующие снижению количества столонов-клубнеобразований,

повышению заболеваний фитофторозом, что в конечном итоге сказывается на качестве продукции и урожайности культуры.

Задачей изобретения является улучшение качества уплотнения формируемого гребня при окучивании картофеля, возделываемого на средних и легких по механическому составу почвах.

Сущность заявляемого изобретения заключается в том, что в машине для окучивания-уплотнения гребней, включающей несущую раму, навесное устройство и стрелчатые лапы, закрепленные на расположенных в ряд стойках, согласно изобретению между стойками стрелчатых лап установлен окучник-уплотнитель гребня, выполненный в виде металлического короба в форме равнобокой трапеции в поперечнике со съемным верхом и открытым дном, сужающийся по длине, боковые грани которого снизу жестко прикреплены под острым углом к полотнам стрелчатых лап, а сверху к стойкам, при этом съемный верх короба во входной - расширенной части - шарнирно связан с боковыми гранями, а выходная - суженная часть его - снабжена механизмом уплотнения почвы, выполненным с возможностью регулирования по высоте.

Сравнение заявляемого изобретения с прототипом показывает, что новым в машине является конструктивное исполнение рабочего органа - универсальной стрелчатой лапы с окучником-уплотнителем гребня, совмещающий рыхление междурядий с окучиванием, формированием и уплотнением гребня в соответствии с агротехническими требованиями возделывания картофеля на средних и легких по механическому составу почвах.

В предлагаемом изобретении функцию окучника выполняют грани короба, закрепленные к полотнам лезвий лап, отваливая и присыпая стенки гребня почвой, разрыхленной лапами, а формирование гребня с необходимой плотностью обеспечивают, соответственно, выходные конструктивные геометрические параметры короба - окучника-уплотнителя с механизмом уплотнения гребня.

Изобретение способствует формированию гребня с необходимой степенью плотности почвы, устраняет смывание, осыпание стенок формируемого гребня при возделывании картофеля на средних и легких по механическому составу почвах, что положительно сказывается на водно-воздушном и температурном режимах развития растений, а также на увеличении количества столонообразований кустов, на снижении заболеваемости клубней фитофторозом и повышении качества продукции.

Заявляемое изобретение соответствует критерию "изобретательский уровень", так как обеспечивает улучшение качества уплотнения формируемого гребня при окучивании картофеля, возделываемого на средних и легких по механическому составу почвах с необходимой с точки зрения агротребований плотностью почвы. Съемное верхнее основание окучника-уплотнителя способствует окучиванию картофеля, а также пропашных и высокостебельных культур как в довсходовом, так и в вегетативном их развитии, что для специалиста является неочевидным.

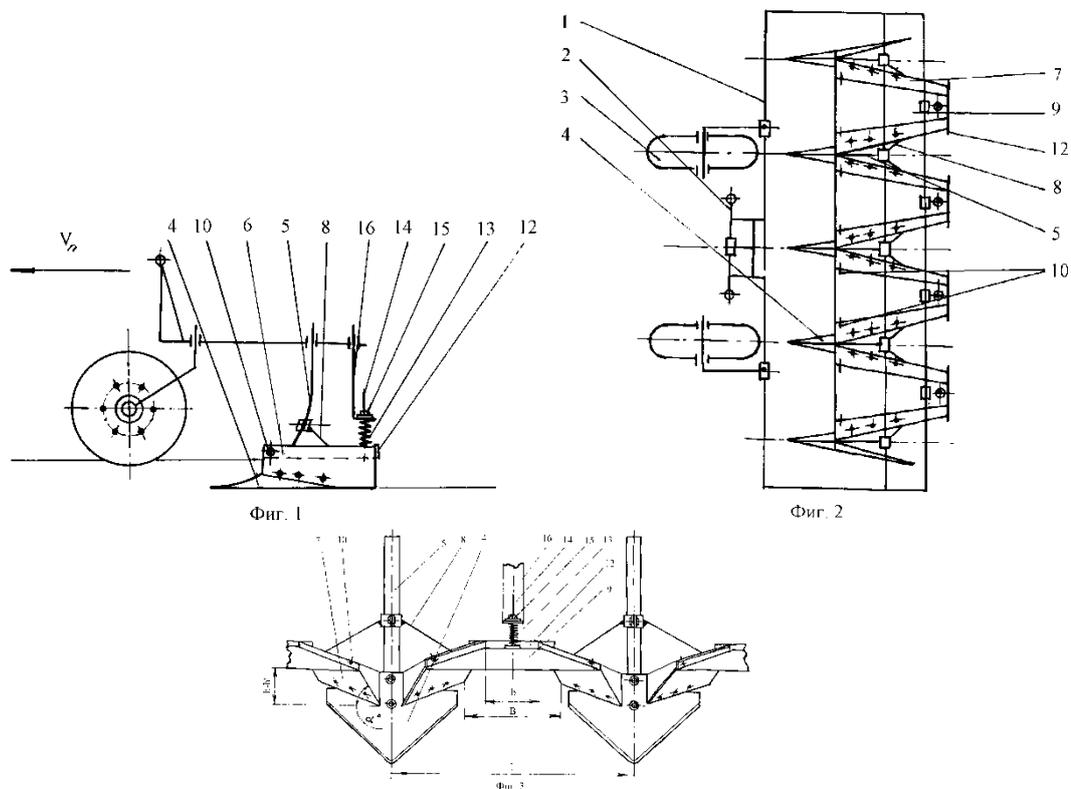


Рисунок 1.4 - машина для окучивания-уплотнения гребней

Машина для окучивания-уплотнения гребней состоит из несущей рамы 1 с навесным устройством 2, опорных регулируемых по высоте колес 3,

стрельчатых лап 4, жестко закрепленных на стойках 5, регулируемых по высоте и расположенных в ряд, между которыми установлены окучники-уплотнители 6 с механизмом уплотнения гребней (рисунок 1.4).

Окучник-уплотнитель 6 гребня выполнен в виде жесткого металлического короба, суживающийся по длине и в поперечнике имеет форму равнобочной трапеции. Боковые грани окучника-уплотнителя 6 снизу винтами с потайными головками прикреплены к полотнам лезвий стрельчатых лап 4, а сверху кронштейном 8 - стойкам 5. Верхнее основание (крышка) 9 окучника-уплотнителя 6 в входной части (расширенной) пальцами 10 шарнирно соединено с гранями 7, а в выходной, суженной части снабжено механизмом уплотнения гребня, способствующего уплотнению формируемого гребня, в зависимости от необходимой высоты. Кроме того, для сохранения конфигурации формируемого гребня 11, независимо от его необходимой высоты, к торцевой стороне суженной части основания 9 окучника-уплотнителя 6 жестко закреплена планка-выравниватель 12, нижняя часть плоскости которого находится на одном уровне нижней плоскости основания 9, а ширина равна ширине гребня 11 по вершине при минимальной его высоте  $h$ .

Механизм уплотнения гребня состоит из пружины сжатия 13 со стержнем 14, нижний конец которого жестко соединен с суженной частью поверхности основания 9 окучника-уплотнителя 6, а верхний, с регулировочной гайкой 15 со шплинтом, свободно соединен кронштейном 16, регулируемым по высоте.

Окучник-уплотнитель гребней работает следующим образом.

Перед тем, как выехать в поле, навесным устройством 2 машину навешивают на трактор (не показано), переводят в транспортное положение и выезжают в поле. В поле машину опускают в рабочее положение, располагая секции рабочих органов - лапы 4 в междурядьях посадок, а опорными колесами 3, или стойками 5, устанавливая необходимую глубину рыхления. Затем, проехав несколько метров, определяют плотность формируемого гребня 11 и механизмом уплотнения - регулировочной гайкой 15 устанавливают необходимую плотность разрыхленной лапами 4 почвы в

уплотненном и формируемом гребне 11. Отметим, что между плотностью почвы стенок ( $P'$ ) гребня 11 и плотностью почвы гребня 11 по верху ( $P$ ) существует прямая функциональная зависимость  $P' = P \sin \alpha$ , зависящая от конструктивных параметров гребня 11 и его показателей в соответствии с агротехническими требованиями возделывания картофеля, в частности 0,6-1,2 г/см<sup>3</sup>.

Высоту же формируемого гребня 11, при необходимости, устанавливают кронштейном 16, регулируемым по высоте относительно рамы 1 с последующим повторным определением плотности почвы  $P$  и  $P'$ .

При движении машины с некоторой скоростью  $V_n$  км/ч, в частности 5 км/ч, стрелчатые лапы 4 рыхлят почву на заданную глубину и, отбрасывая, подают ее окучнику-уплотнителю 6, который окучивает, уплотняет и формирует гребень 11 в соответствии с заложенными в его конструкцию выходными геометрическими параметрами, в частности угол откоса стенок гребня 11  $\alpha \approx 50^\circ$ , ширина по верху  $v=20-25$  см, по основанию  $B=60$  см, высота 25-20 см и плотность почвы по верху гребня 0,8-1,2 г/см<sup>3</sup>, а по стенкам 0,6-0,8 г/см<sup>3</sup>. Для проведения послевсходовой междурядной обработки, при необходимости, верхнее основание (крышка) 9 окучника-уплотнителя 6 снимается, с целью предотвращения повреждения всходов растений, при этом плотность почвы на стенках гребня почти сохраняется, лимитируясь глубиной рыхления, т.е. объемом окучиваемой почвы, вследствие жесткости боковых граней 7 окучника-уплотнителя 6.

Конструктивное исполнение окучника-уплотнителя гребней способствует эффективному уплотнению и формированию гребней с необходимыми агротехническими и геометрическими выходными показателями и параметрами при уходе за окучиванием картофеля, возделываемого на средних и легких почвах.

Предлагаемое изобретение простое по изготовлению, надежно по работоспособности и эффективно для окучивания сельскохозяйственных культур, в частности картофеля, возделываемого на средних и легких по механическому составу почвах с недостаточной плотностью.

Изобретение обеспечивает более полное использование агробиологического потенциала почвы и растения - достаточность площади питания, высокообъемное окучивание посадок, с необходимой плотностью почвы, снижение степени озеленения клубней и заболеваемости фитофторозом, повышение степени продуваемости посадок и в конечном итоге урожайности культуры.

Таким образом, авторами доказано эффективность применения рабочих органов (окучников) для междурядной обработки почвы, базируясь, в основном, на снижении энергетических затрат при данном технологическом процессе. Однако, несмотря на большое количество исследований таких рабочих органов, основные теоретические разработки направлены на изучение деформации почвы рабочим органом, а их формы и основные геометрические параметры обычно определялись опытным путем. Форма передней режущей кромки и рабочей поверхности лапы до настоящего времени ещё окончательно не исследовалась, а сам рабочий орган рассматривался как простейший трехгранный клин. На качественные показатели обработки почвы влияние формы лезвия в основном только констатировалась.

Учитывая вышеуказанные недостатки, нами разработана новая конструкция основные направления развития конструкции по теме и для решения указанной задачи, которое подробно обосновано в разделе 3.

## **2 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕЖДУРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ**

### **2.1 Информация о сложившемся технологическом процессе возделывания картофеля**

Чтобы перевести процесс выращивания овощей на промышленную основу, нужно осуществить комплекс организационно - хозяйственных и других мероприятий, позволяющих механизировать производственные процессы, улучшить плодородие почвы.

Под технологией возделывания картофеля следует понимать комплекс последовательно выполняемых агротехнических, экономических, обоснованных приемов и операций, направленных на производство максимального количества продукции с минимальными затратами ручного труда и материальных средств. При этом к технологии предъявляются следующие основные требования: соответствия культуры конкретным условиям зоны, полная механизация процессов возделывания и уборки, применение современных методов и средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

Основными элементами технологии возделывания картофеля являются:

1. Правильное размещение в севообороте с учетом её требований к условиям произрастания;
2. Рациональное внесение органических и минеральных удобрений с расчетом на планируемый урожай;
3. Новейшие методы подготовки к посадке клубней высокоурожайных сортов, устойчивых к болезням и вредителям.
4. Современное и качественное проведение основной и предпосевной обработки почвы, а также осуществление эффективных приемов ухода за растениями.
5. Уборка урожая, послеуборочная обработка.

### **2.2 Сравнительный литературный анализ существующей технологии с лучшими отечественными и зарубежными технологиями**

#### **2.2.1 Междурядная обработка пропашных культур и агротехнические требования, предъявляемые к ней**

Система агротехнических требований, наряду с внедрением в производство перспективных сортов семян, направленных на повышение

урожайности пропашных культур, междурядная обработка почвы занимает видное место.

К междурядной обработке предъявляются следующие основные требования: качественные рыхления поверхностного слоя, обеспечивающие необходимую влажность и аэрацию почвы, повышающие интенсивность биологических процессов;

Агротехнические требования, предъявляемые к качеству обработки почвы, зависят от технологии возделывания сельскохозяйственной культуры.

Качество вспашки оценивают по равномерности глубины обработки, устойчивости хода плуга по ширине захвата, гребнистости пашни, степени заделки растительных остатков и отсутствию огрехов.

Глубина вспашки зависит от мощности плодородного слоя, особенностей возделываемой культуры, засоренности поля, необходимости заделки органических и минеральных удобрений.

Поверхность вспаханного поля должна быть слитной или слабогребнистой (зяблевая вспашка), при этом высота гребней должна быть до 5 см. Развальные борозды и свальные гребни необходимо тщательно разделять, чтобы они не выделялись на общем фоне пашни.

Обработка без оборота пласта предусматривает равномерность по глубине (отклонение  $\pm 2$  см), однородность структуры взрыхленного слоя, отсутствие глыб и пустот. На поверхности поля после прохода рыхлителя должно оставаться не менее 75 % стерни.

Поверхность почвы должна быть ровной и слитной, а для исключения огрехов перекрытие смежных проходов луцильников должно быть не менее 10-15 см.

При бороновании обработанная почва должна быть мелкокомковатой, с полностью выровненными гребнями и глубиной борозд не более 3 см. Боронование озимых, пропашных культур и многолетних трав предусматривает полное уничтожение сорняков при допустимом повреждении культурных растений до 3 %.

Прикатывают почву с уплотнением на глубину до 7 см с одновременным разрыхлением поверхностного слоя на глубину 2-3 см.

При культивации добиваются мелкокомковатости верхнего слоя, отклонения средней глубины рыхления не более, чем  $\pm 1$  см от заданной, высоты гребней - до 4 см, неровностей дна - до 2 см, перекрытия между смежными проходами агрегатов при сплошной культивации - 15 см.

Количество не подрезанных сорняков допускается не более 3 %.

Нижний влажный слой почвы не должен перемещаться на поверхность. Обычно сплошную культивацию проводят с одновременным боронованием, что позволяет лучше выровнять поверхность поля.

Все операции поверхностной обработки почвы проводят поперек или под углом к направлению выполнения предыдущих операций.

Влияющие на качество междурядной обработки, немаловажными факторами следует считать качество посева семян и вид возделываемой

культуры. Эти факторы считаются базисными и играют решающую роль для формирования высоких урожаев возделываемых культур.

### **2.2.2 Анализ конструктивных особенностей машин для междурядной обработки почвы**

В настоящее время в стране и за рубежом применяются различные машины и орудия для проведения междурядных обработок и ухода за растениями, удовлетворяющие, в той или иной мере предъявляемым агротехническим требованиям. Навесные пропашные культиваторы получили наибольшее распространение, предназначенные для рыхления почвы в междурядьях с одновременным уничтожением сорняков, часто в сочетании с другими операциями - нарезкой полевых борозд, подкормкой растений и уничтожением сорняков.

Как следует из анализа литературных источников, что современные рабочие органы и различные приспособления, выпускаемые промышленностью и находящиеся в стадии разработки и исследования, к пропашным культиваторам можно разделить на три основные группы: рабочие органы пассивного действия ротационные и комбинированные [1].

### **2.2.3 Почвообрабатывающие орудия с пассивными рабочими органами**

Поверхностная обработка почвы в междурядьях осуществляется, машинами с пассивными рабочими органами, которые в различных сочетаниях оснащаются следующими элементами и приспособлениями:

- зубowymi пропашными боронами;
- стрельчатыми и рыхлительными лапами;
- загортками или отвальчиками;
- защитными приспособлениями.

Широкое распространение при обработке междурядий пропашных культур получили рабочие органы, выполнения в виде лап. Они подразделяются на следующие группы в зависимости от назначения:

1. Подрезные лапы - стрельчатой формы, односторонние лапы.
2. Рыхлительные лапы - узкие, широкие для рыхления.

## 2.2.4 Почвообрабатывающие машины с ротационными рабочими органами

Большое внимание в последние годы уделяется созданию и использованию на междурядной обработке пропашных культур с ротационными рабочими органами, которые по сравнению с существующими конструкциями обладают рядом весьма важных преимуществ.

Ротационные игольчатые диски КЛТ-28 диаметром 400 мм являются оригинальными по своей конструкции выпускаемые промышленностью. Каждый диск имеет зубья толщиной по 10 мм.

Как правило, захват пропашного агрегата равен захвату посевного агрегата или в целое число раз меньше его. На широкорядных посевах (60, 70, 80, 90, 100 см) под трактором обычно проходят два рядка, а на узкорядных (45, 50 см) — три рядка. В первом случае культиватор устанавливают симметрично относительно продольной оси трактора; он обрабатывает нечетное число междурядий и две половинки. Во втором случае могут быть два варианта установки. Если ширина стыковых междурядий больше, чем основных (например, на сахарной свекле 50—55 см), обрабатывают 12 полных междурядий, устанавливая на культиваторе 12 секций с полным набором лап. Культиватор в этом случае присоединяют по оси симметрии трактора.

Если ширина основных и стыковых междурядий одинакова, приходится обрабатывать 11 полных междурядий и две половинки.

Для ориентировки при установке рабочих органов в междурядьях служат натянутые шнуры или окрашенные линии, нанесенные на установочной площадке, определяющие положение рядков. Стойки рабочих органов устанавливают согласно технологической схеме, придерживаясь определенной величины защитной зоны.

Величина защитной зоны зависит от вида культур, развития растений, состояния почвы и прямолинейности рядков. Она изменяется в пределах от 4 до 18 см. Излишнее увеличение защитной зоны

Работа пропашных агрегатов.

Перед началом работы необходимо найти посевные стыковые междурядья; они должны быть стыковыми и при междурядной культивации. На междурядной обработке обычно применяют челночный способ движения. В некоторых случаях целесообразно применение способа движения «односторонний челнок». Весьма эффективен способ движения «пропашка», но он требует высокой квалификации водителей и применяется преимущественно при обработке плодово-ягодных насаждений.

Наилучшие результаты по качеству работы получаются в том случае, если пропашной агрегат движется в том же направлении, в каком шел

посевной или посадочный агрегат. Если на концах гонов нет свободных полос, то поворот делают в пределах поля. Поворот сопровождается некоторым повреждением растений, однако это выгоднее, чем оставлять поворотные полосы незасеянными.

При работе с навесными культиваторами применяют челночный способ движения, делая повороты срезанной петлей. Хотя этот способ требует при каждом повороте двукратного переключения передачи, однако он позволяет уменьшить ширину поворотной полосы примерно на 40% и соответственно сократить повреждаемость культурных растений. При поперечной обработке квадратно-гнездовых посевов благодаря отсутствию стыковых междурядий наиболее целесообразно применять способ движения перекрытием.

Во время поворотов и остановок агрегата очищают рабочие узлы от растительных остатков, сорняков и налипающей почвы. Особое значение для требуется при каждом повороте двукратного переключения передачи, однако он позволяет уменьшить ширину поворотной полосы примерно на 40% и соответственно сократить повреждаемость культурных растений. При поперечной обработке квадратно-гнездовых посевов благодаря отсутствию стыковых междурядий наиболее целесообразно применять способ движения перекрытием.

Во время поворотов и остановок агрегата очищают рабочие узлы от растительных остатков, сорняков и налипающей почвы. Особое значение для качества работы имеет острота режущих кромок полольных лап. Чтобы уменьшить затупление лап, целесообразно применять самозатачивающиеся лапы, наплавленные сормайтом. Опыт одесских механизаторов-скоростников показал, что такие лапы лучше подрезают сорняки и позволяют в 8—10 раз увеличить обработанную площадь между переточками, доведя ее до 400—450 га (в расчете на один след).

При первом проходе, а также 3—4 раза на протяжении смены проверяют качество работы: величину защитных зон, полноту уничтожения сорняков, степень повреждаемости культурных растений, глубину обработки, правильность установки туковысевающего аппарата на норму высева. В случае необходимости устраняют выявленные неполадки и вносят необходимые изменения в установку культиватора.

На ровных, хорошо обработанных площадях и особенно при большой длине гонов целесообразно применять повышенные скорости при условии полной исправности механизмов управления и ходовой части. На разных технологических процессах применяют различные скорости движения.

Ротационные рабочие органы для междурядной обработки пропашных культур в последние годы были разработаны и исследованы Мелитопальской ГСХА и Казанской ГАУ.

### **2.2.5. Культиваторы с комбинированными рабочими органами**

Развитии средств механизации прогрессивным направлением для междурядной обработки пропашных культур является применение комбинированных рабочих органов, позволяющих в одном технологическом процессе совмещать выполнение нескольких операций: рыхление поверхности почвы, уничтожение сорняков, обработка защитных зон и т.д.

Комбинированные машины применяются, при уходе за гребневыми посадками пропашных культур состоящие из стрельчатых лап и ротационных универсальных борон БРУ-0,7.

Перспективными с точки зрения более полного удовлетворения требованиям предъявляемым к междурядной обработки пропашных культур являются комбинированные рабочие органы.

### **2.2.6. Интенсификация процесса междурядной обработки и предпосылки к обоснованию схемы рабочего органа**

Агротехнические требования, предъявляемые к междурядной обработке почвы. Ширина захвата культиватора должна быть строго согласована с шириной захвата сеялки (сажалки), которой было засеяно поле. Ширина захвата культиватора должна быть равна ширине захвата сеялки или в целое число раз меньше ее. Междурядья посевов обрабатывают в том же направлении, в каком были выполнены посев и посадка.

На современном этапе стратегии развития междурядной обработки является ее интенсификация за счет введения новых ресурсо- и энергосберегающих технологий, низкочувствительных по ресурсам, менее трудоемких, обеспечивающих конкурентоспособность на рынке и обеспечивающих экономное расходование природных ресурсов, охрану окружающей среды, в том числе почвенного плодородия.

Отсутствие, недостаточное количество специальных машин, а также разработанных конструкций новых машин приводит к несвоевременному или некачественному проведению ряда операций, что отрицательно сказывается на развитии и урожайности виноградников.

Особенностью возделывания виноградников является недостаток влаги, подверженность почв эрозии и, как следствие, необходимость разработки машин для влагонакопления и защиты насаждений от эрозии, рабочие органы которых в зависимости от физико-механических свойств почвы должны

обладать геометрическими параметрами, обеспечивающими эффективное их использование. Зарубежный и отечественный опыт свидетельствуют о том, что основой высокоэффективного ведения виноградарства должны стать насаждения, обеспеченные полным комплексом средств механизации, предусматривающим механизацию трудоемких операций: посадка саженцев, обрезка или чеканка растений, опрыскивание, уборка урожая, обработка междурядий. Для осуществления внедрения приемов ухода за почвой (обработка междурядий) существует производственная необходимость разработки почвообрабатывающей машины для создания мульчирующего слоя с целью уменьшения удельной энергоемкости технологического процесса рыхления почвы в междурядьях многолетних насаждений за счет совершенствования конструкции почвообрабатывающего агрегата.

Сочетание мульчирования междурядий с минимальной обработкой почвы – реальный путь сокращения энергозатрат и сохранения плодородия почв. Обработка почвы в междурядьях в значительной степени влияет на микрорельеф почвы. Например, при пахоте почва забрасывается в ряд, образуя валы почвы у штамбов, а в середине ряда – понижения. Неровный микрорельеф ухудшает работу других машин, что недопустимо по агротребованиям. Это послужило одной из причин появления рекомендаций об исключении пахоты как агроприема при обработке почвы в многолетних насаждениях и замены ее обработкой дисковыми орудиями, которые в настоящее время находят все большее применение. Обработка почвы вблизи рядов многолетних насаждений дисковыми орудиями требует выполнения двух правил: не повреждать корни при обработке почвы на глубину 12...15 см, не повреждать растения, для чего дисковое орудие должно быть низким, не иметь частей, задевающих за ветви. В зависимости от установленных углов атаки дисков изменяется заглубление дисков и отброс почвы. Поэтому первый ряд дисков смещает незначительное количество почвы к рядам растений, а задние диски наоборот перемещают почву от рядов растений. В результате дисковые рабочие органы существенно не ухудшают рельеф междурядий многолетних насаждений.

На полноту обработки почвы в междурядьях существенно влияют геометрическое размещение растений относительно оси ряда и ширина междурядий, которая за последнее время сократилась с 4...5 до 2...3,5 м. Посадка картофеля проводилась вручную (под гидробур), величина геометрического отклонения растений винограда сорта «Левокумский» от оси ряда составляла при междурядье 3 м  $\pm$  8,5 см, а вдоль ряда –  $\pm$  10,5 см. При таких показателях расстояние между растениями (ширина междурядий) изменялось от 2,84 до 3,16 м, т.е. разбег ширины междурядий достигал 32 см, поэтому при обработке междурядий почвообрабатывающими машинами

необработанная полоса (защитная зона) составляла практически 0,4...0,5 м. Для устранения этого недостатка ставится задача высаживать виноградники машинным способом, а на трактор при этом устанавливать приборы, позволяющие трактору двигаться строго по прямой.

Главное для создания мульчирующего слоя при обработке междурядий виноградников – это разработка режущего узла, включающего технические и технологические адаптеры с точными установками деталей относительно друг друга, обеспечивающих надежное выполнение заданного технологического процесса. Такие задачи нашли свое решение в полученном нами патенте на изобретение № 2297125 С/ от 20.04.2007г. «Почвообрабатывающая машина и узел крепления стойки к сферическому диску».

На основе этого патента (промышленная ассоциация станкостроительного завода им. Седина) разработал и выпускает новый двухрядный навесной, малогабаритный культиватор -2,5×2 с шириной захвата 2,5 м.

Культиватор навешивается на трактор МТЗ-82, содержит раму с поперечными балками, режущими узлами и навеской. В отверстиях поперечных балок на расстоянии 270 мм друг от друга установлены (из расчета 7,5 дисков на 1 п. м) фронтально в горизонтальной плоскости два ряда сферических дисков испанской фирмы «BELLOTA» диаметром 566 мм, которые смещены относительно друг друга так, чтобы концы дисков одного ряда находились в промежутке между дисками второго ряда. В каждом ряду диски синхронно устанавливаются на заданный угол атаки  $\alpha$  к направлению движения. Диски первого ряда установлены вогнутой стороной к направлению движения, а диски второго ряда зеркально к первому.

Испытания культиватора в агрегате с трактором МТЗ-82 проводили на междурядной обработке. Рельеф поверхности междурядий ровный, влажность почвы 15...25%, количество сорняков на 1 м<sup>2</sup> 17...32 шт., высота сорняков до 50 см, масса сорняков на 1 м<sup>2</sup> 1,3...1,9 кг. При работе культиватора за счет жесткой установки дисков в горизонтальной и вертикальной плоскостях происходило отделение каждым диском почвенного пласта заданного размера, смещение его в сторону и крошение. Такая установка дисков позволила улучшить однородность обработки, качество и степень крошения обрабатываемого слоя почвы, выравнивание почвы и одинаковое подрезание и измельчение сорняков по ширине захвата машины.

В результате проведенных испытаний установлено, что при рабочей скорости 7 км/ч глубина обработки составила 11...13 см, производительность – 2,1 га/ч, крошение почвы на фракции размером до 70 мм – 70...75%, сорняки измельчались на фракции до 20 см и подрезались на 98%, гребнистость составила 5...7 см, расход топлива – 6,5 кг/га.

Таким образом, новый культиватор в сравнении с известными почвообрабатывающими аналогами повышает технологическую и конструктивную надежность работы, позволяет снизить затраты труда и средств по сравнению с существующей технологией не менее, чем в два раза.

Вывод. Прделанная работа позволяет поставить вопрос о замене существующих серийных на энергосберегающий культиватор.

## 2.3 Технологические расчёты

### 2.3.1 Расстановка рабочих органов

Двухрядную расстановку рабочих органов культиваторов применяют для предотвращения забивания и обеспечения полного подрезания сорняков. Расстановку рабочих органов при окучивании применяется в один ряд.

На пропашных культиваторах размещение рабочих органов должно быть согласовано с размерами междурядий посеянных культур. Крайние рабочие органы следует располагать на определенном расстоянии (защитная зона) от растений, чтобы не допускать их повреждения при работе культиватора [13, 16].

Для переоборудования КРН-4,2 на сплошную обработку почвы необходимо выполнить следующий расчет:

1) Так как на культиваторе имеется 7 секций, поэтому на первый (передний) ряд расставляем 7 рабочих органов с шириной захвата 330 мм. Тогда в сумме на первом ряду они занимают расстояние (место) равное:

(2.1)

- ширина захвата лапы, м;

$$=0,33\text{м}\cdot 7=2,21\text{ м}$$

2) Суммарное свободное расстояние на первом ряду определяем по формуле:

, (2.2)

где

$$4,2-2,21=1,99\text{ м}$$

3) Расстояние между лапами на первом ряду по ходу определяется по формуле:

(2.3)

$$1,99:8=0,25$$

1) При расстановке рабочих органов второго (заднего) ряда перекрытие (С) между лапами должно быть не менее 0,04 м., которое определяется по формуле:

$$\text{---}, \quad (2.4.)$$

-----

Кроме того, расстояние между рядами, исключая заклинивание почвы между передними и задними рыхлительными лапами определяется по формуле:

$$(2.5)$$

где - глубина обработки, мм;

– угол входа рабочего органа в почву, град;

угол трения почвы по металлу, град;

L – вылет лапы, мм

Перекрытие между лапами выбирают из условия обеспечения полного подрезания сорняков:

$$(2.6)$$

где - угол отклонения культиваторов от прямой линии

Расстояние между рыхлительными лапами в одном ряду определяется по формуле:

$$\text{-----} \quad (2.7)$$

где  $B_{л}$  - ширина захвата лапы, мм;

– угол конической поверхности зоны деформации, град.;

Длина плоскости скалывания почвы определяются по формуле:

$$\text{-----} \quad (2.8)$$

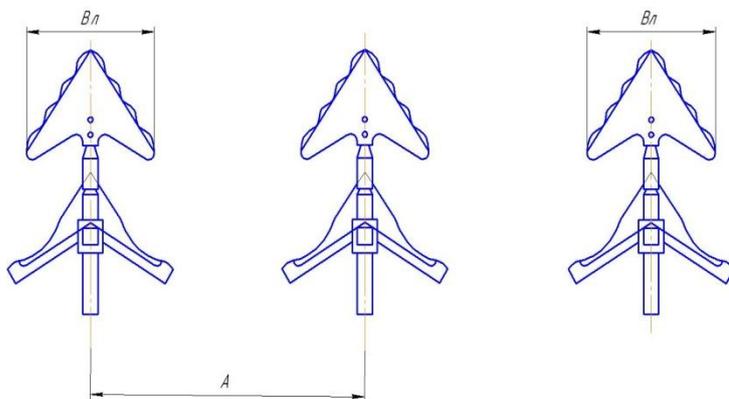


Рисунок 2.1 -Схема расстановки рабочих органов при окучивании

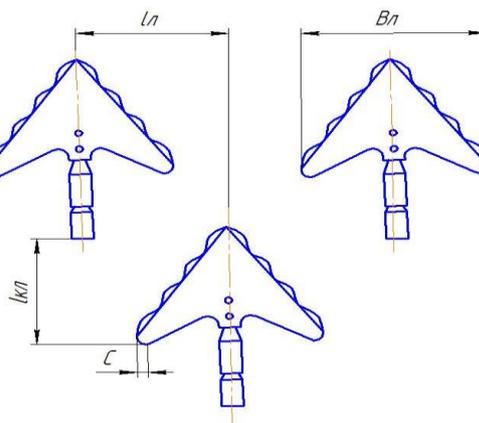


Рисунок 2.2 – Схема расстановки лап при рыхлении

Число рабочих органов определяют из отношения:

$$(2.9)$$

где  $B_{л}$  – ширина захвата лапы, мм;

$c$  –перекрытие между лапами, мм;

$B_{рл}$  – рабочая ширина захвата культиватора, мм;

### 2.3.2 Проектирование структуры производственного процесса

Исходные данные:

Возделываемая культура картофель.

Технологический процесс – междурядная обработка.

Характеристика поля приводится в таблице

Таблица 1 – Характеристика поля

Площадь поля, га	Угол наклона, град	Удельное сопротивление, кН/м	Глубина обработки, см
22	0	3	12

Таблица 2 - Тяговые усилия и рабочие скорости трактора

Показатели	Передачи			
	3	4	5	6
Тяговое усилие, кН	21,5	18,8	16,5	14,2
Рабочая скорость, км/час	5,8	6,5	7,4	8,3

Максимально возможная ширина захвата равна:

$$\text{-----} \quad (2.10)$$

где  $F_n$  – номинальное тяговое усилие, кН;  
 $R$  – сопротивление подъему агрегата, кН;  
 $G$  - сила тяжести сельскохозяйственной машины (культиватора) приходящаяся на 1м конструктивной ширины захвата, кН/м  
 $\alpha$  - уклон местности (в сотых долях)

$$\text{-----}$$

Усилие, затрачиваемое на преодоление подъема машины:

- 0, так как

Число машин в агрегате определяется по формуле:

$$\text{-----} \quad (2.11)$$

$$\text{-----}$$

Сопротивление рабочих машин находится из выражения:

где  $k$  – удельное сопротивление, кН/м;

- вес культиватора, кг;

## 3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

### 3.1 Обоснование схемы новой конструкции

#### 3.1.1 Исходные данные

1. Тяговый агрегат Трактор МТЗ-1221
2. Культиватор – КРН - 4,2

#### 3.1.2 Назначение и область применения

Устройство предназначено для междурядной обработки почвы и относится к сельскохозяйственному машиностроению.

Комбинированный культиватор предусмотрен для рыхления, окучевания, уничтожения сорняков на дне борозды и засыпания почвы сорных растений в защитных зонах при междурядной обработке картофеля и других культур.

К основным требованиям разработке относится – снижение тягового сопротивления культиваторов и улучшения качества междурядной обработки.

Данное орудие (комбинированный рабочий орган для междурядной обработки почвы) имеет преимущество в том, что оно обладает меньшими тяговыми сопротивлениями, компактность рабочих органов, низкая энергоемкость, также облегчает эксплуатацию культиватора на более высоких скоростях. По сравнению с существующими органами, позволяет качественно обрабатывать почву в междурядьях, что способствует более дружному развитию растений, также значительно снизить энергетические затраты на междурядную обработку почвы.

Существующие аналоги не в полной мере обеспечивают выполнение требований технологического процесса междурядной обработки.

Кроме того, данные окучники и бороздорежущие корпуса несколько подобны сдвоенному корпусу плуга. Поэтому они не способны уменьшить иссушение почвы, так как не исключено переворачивание пласта и вынос нижних слоев почвы на дневную поверхность.

Данный комбинированный рабочий орган обладает принципиально новым воздействием его на обрабатываемую среду. Поверхность обработанной почвы отличается высоким качеством обработки отличается, высоким качеством обработки, что обеспечивает создание оптимальных условий для развития семян и роста растений.

					<b>ВКР 35.03.06.628.18.КК.00.00.00 ПЗ</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Комбинированный культиватор</b>			Литер	Лист	Листов
Разраб.	Макаров И.В.			у				1	15	
Пров.	Пикмуллин Г.В.			Казанский ГАУ						
Н. контр.	Пикмуллин Г.В.									
Зав. каф.	Яхин С.М.									

### 3.2.3 Техническая характеристика проектируемого комбинированного культиватора

Таблица 3.1 - Техническая характеристика

Наименование показателей	Ед.изм.	КРН-4,2 А
Тип машины		навесной
Рабочая ширина захвата	м	4,2
Глубина обработки	см	
-полольными лапами		
-рыхлительными лапами		
Производительность за 1 ч основного времени	га/час кг	2,1-4,2
Масса машины		
-конструктивная с комплектом рабочих органов для культивации		650
-сухая конструкционная с полным комплектом рабочих органов и приспособлений ЗИП, инструментом и ящиком для их хранения	мм	1190
Габаритные размеры		
-ширина		4600
-длина		2300
-высота		1640

### 3.2.4 Устройство комбинированного культиватора

Комбинированный культиватор состоит из основного бруса, секций рабочих органов, комбинированного рабочего органа (окучника и после переоборудования его для сплошной обработки). Основной брус представляет собой трубу квадратного сечения (80x80). К брус приварены ось и стойка, с помощью которых культиватор навешивается на трактор. Брус усилен двумя шпренгелями.

Во время работы брус опирается на два опорных колеса, которые закреплены на передних кронштейнах двух секций.

Каждая секция рабочих органов состоит из четырехзвенника, грядиля с хомутами и держателями опорного колеса со стойкой и рабочих органов со стойками.

Верхнее колесо имеет стяжную гайку, которая позволяет изменять длину этого звена, что необходимо при регулировке угла вхождения рабочих органов в почву.

					ВКР КК.00.00.00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для крепления рабочих органов специальные литые хомуты и держатели. Хомуты могут перемещаться вдоль, а держатели – поперек грядиля, что обеспечивает необходимую расстановку рабочих органов.

Конструкция держателей позволяет устанавливать на каждой секции по одному, два или три рабочих органа, выдерживая при этой требуемые защитные зоны, перекрытия между лапами и необходимую глубину обработки почвы.

Подкормочные приспособление состоит из туковысевающих аппаратов, передачи, тукопроводы подкормочных ножей. Привод туковысевающих аппаратов осуществляется от спорных колес при помощи ручной передачи.

Комбинированный рабочий орган культиватора (рисунок 3.2) состоит из стойки 1, закрепленной на ней плоскорежущей лапы 2 с режущими кромками 3, выполненными зубчатой. Он также оснащен двусторонним окучником 4 (или односторонними окучниками, которые имеют свою стойку 8 и небольшие отвалы). На стойке 1 лапы 2 имеются кронштейн 5 для крепления переднего конца грядиля 6 и паз 7 для его регулировки по высоте. Кроме того окучники через держатели устанавливаются на одном грядиле (поводке).

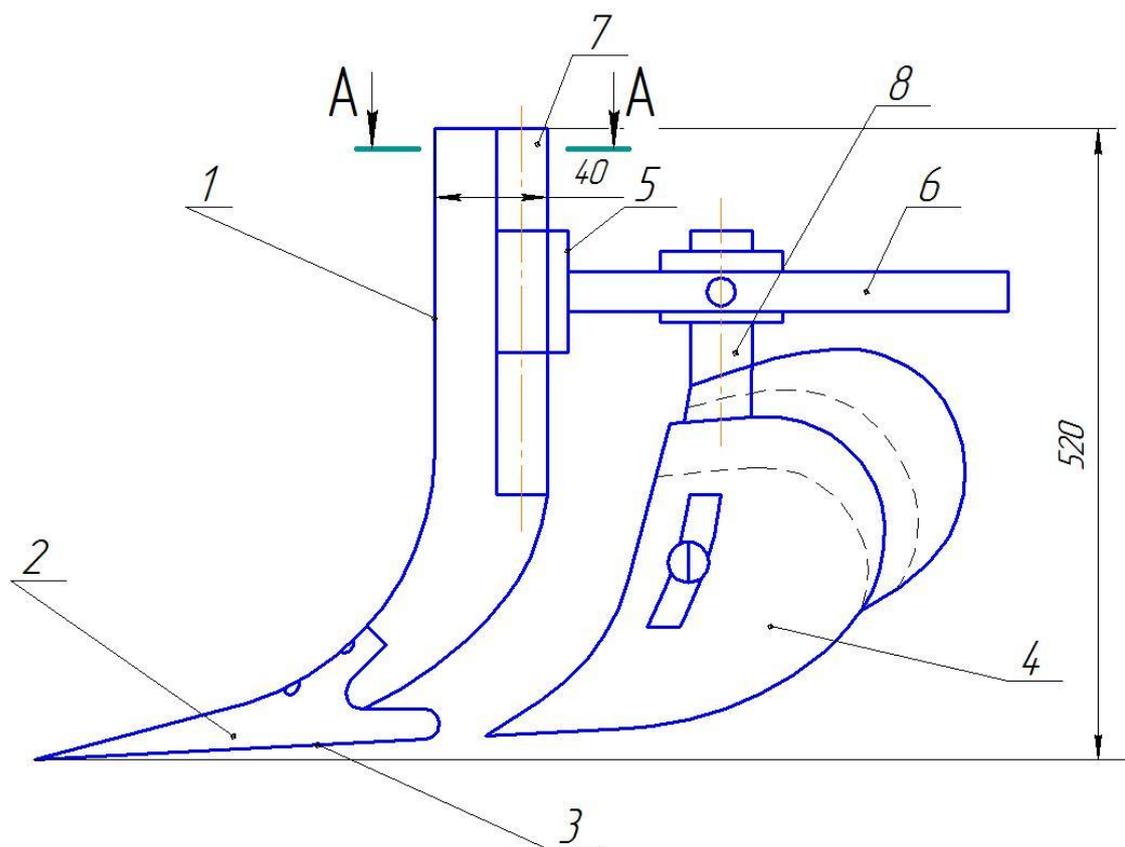


Рисунок 3.2 - Схема комбинированного рабочего органа культиватора (окучника)

### 3.2.5 Принцип работы комбинированного культиватора

Данный агрегат работает следующим образом.

При движении агрегата по возделываемой площади в передней части лапы 2 происходит подрезание пласта, причем двухгранная форма рабочей поверхности обеспечивает раздвоение потока почвы. Одновременно с деформацией пласта передней частью носка происходит деформация почвы в боковых направлениях. Передняя грань стойки 1 выполнена в виде логарифмической спирали. Большой вылет носка лапы 2 способствует последовательному взаимодействию носка и режущих кромок лапы 2 с почвенным пластом, вследствие чего стойка 1 перемещается в объеме частично деформированной почвы. В результате этого происходит снижение энергоёмкости процесса рыхления.

Далее почвенный пласт поступает на рабочую поверхность плоскорежущей лапы и частично разрыхленная почва поднимается по рабочей поверхности отвала окучников и последними дополнительно раскрошенная почва подгребается к рядку растений засыпая, сорняки в защитной зоне.

### 3.3 Расчёт деталей, узлов конструкции

#### 3.3.1 Параметры рабочей поверхности окучника

Параметры рабочей поверхности окучника определяется размерами поверхности сечения борозды и гребней, образующихся при окучивании.

Исходными величинами являются:

$L=60-70$  – ширина междурядий;

= 5 – 8 см- высота гребня над начальным уровнем поверхности поля;

= 8 – 12 см – ширина вершины гребня;

= 45-50 - угол естественного откоса

					ВКР КК.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

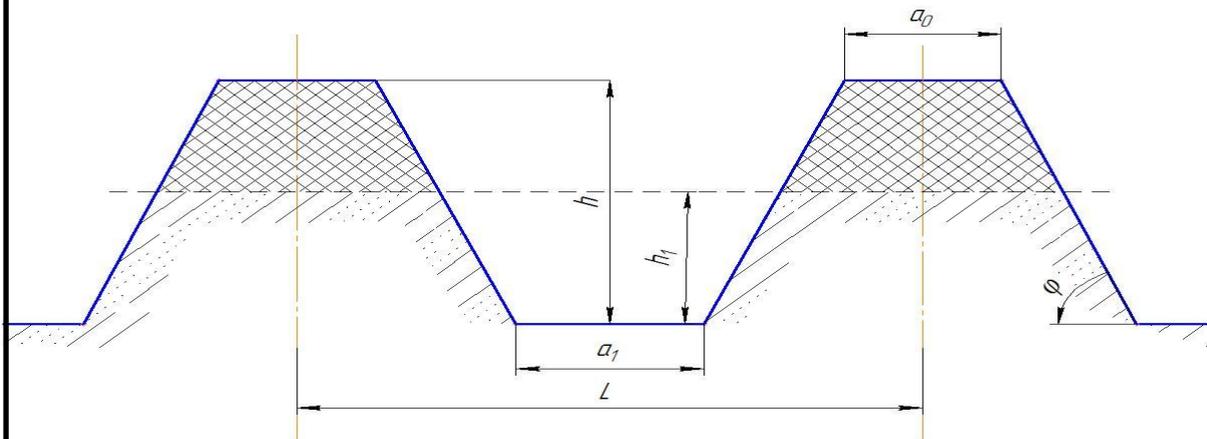


Рисунок 3.3 - Схема разреза поля окучивания

### 3.3.2 Расчет значений для построения рабочих поверхностей корпуса окучника

Объем почвы, которая должна быть вынесена из борозды для окучивания рядков растений определяется по формуле:

$$V = \frac{L}{2} (a_0 + a_1) h_1 \quad (3.1)$$

где  $a_0$  - ширина вершины гребня,

$h$  - высота гребня над начальным уровнем поверхности поля, см,

$\phi$  – угол естественного откоса, град.[16],

,

Ширина нижнего основания борозды определяется из выражения:

$$a_1 = a_0 - 2h_1 \lambda \quad (3.2)$$

где  $h$  - общая высота гребня, мм,

$\lambda = 1,2-1,25$  – коэффициент вспушенности[16].

Существующие конструкции окучников рассчитаны на образование ширины дна борозды от 100 до 110 мм. Поэтому расчет ширины дна борозды не производим.

Общая высота гребня определяется по формуле:

$$h = \frac{V}{L(a_0 + a_1)} \quad (3.3)$$

где  $\varphi$  - угол естественного откоса,  $\varphi = 45^\circ$ ;  
 $\delta = 100$  мм;

Глубина борозды от начального уровня поверхности поля определяется по формуле:

$$(3.4.)$$

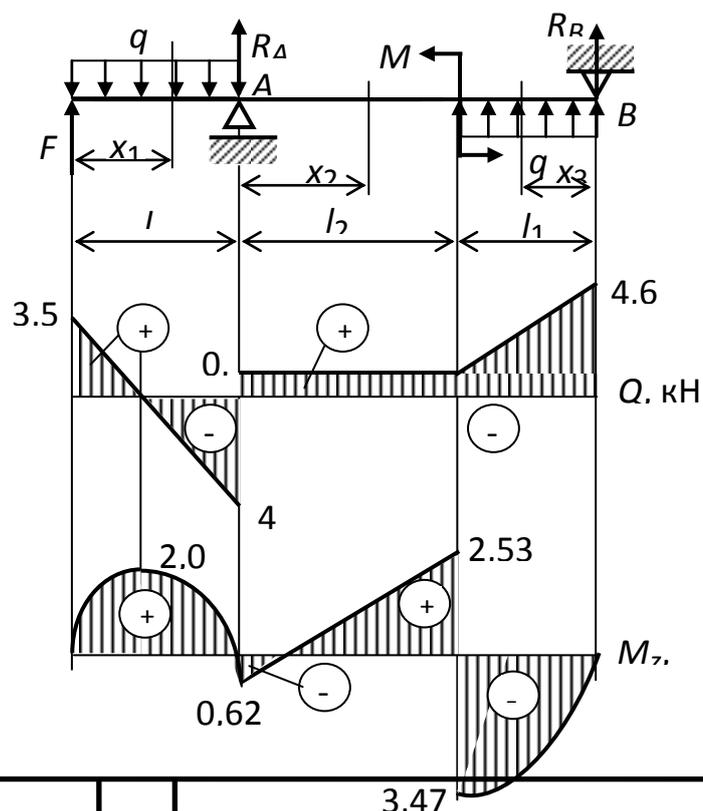
По значениям  $\delta$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\varphi$  можно построить проекции рабочих поверхностей корпуса окучника.

### 3.3.3 Расчет вала

Построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента для шарнирно опертой балки (рис. 8).

Исходные данные:  $l = 2,5$  м;  $l_1 = 1,25$  м,  $l_2 = 3,5$  м,  $q = 3$  кН/м,  $F = 3,5$  кН,  $M = 6$  кН·м.

1. Определяем реакции опор. В шарнирно-неподвижной опоре две реакции, в шарнирно подвижной опоре одна реакция. Так как внешние силы, приложенные к балке, не дают горизонтальных реакций, то в шарнирно-неподвижной опоре горизонтальная реакция будет равна нулю. Для определения реакций опор составим уравнения равновесия:



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.47  
 ВКР КК.00.00.00 ПЗ

Лист

14

$$\sum M_B = 0, \quad F(l + l_2 + l_1) - ql(l_1 + l_2 + l/2) + R_A(l_2 + l_1) + ql_1^2/2 - M = 0,$$

$$R_A = \frac{-F(l + l_2 + l_1) + ql(l_1 + l_2 + l/2) - ql_1^2/2 + M}{l_1 + l_2} =$$

$$= \frac{-3,5(2,5 + 3,5 + 1,25) + 3 \cdot 2,5(1,25 + 3,5 + 2,5/2) - 3 \cdot 1,25^2/2 + 6}{1,25 + 3,5} = 4,9 \text{ кН.}$$

$$\sum M_A = 0, \quad Fl - ql^2/2 - R_B(l_1 + l_2) - ql_1(l_2 + l_1/2) - M = 0,$$

$$R_B = \frac{Fl - ql^2/2 - ql_1(l_2 + l_1/2) - M}{l_1 + l_2} =$$

$$= \frac{3,5 \cdot 2,5 - 3 \cdot 2,5^2/2 - 3 \cdot 1,25(3,5 + 1,25/2) - 6}{1,25 + 3,5} = -4,65 \text{ кН.}$$

Проверим правильность определения реакций опор:

$$\sum F_y = 0, \quad F - ql + R_A + R_B + ql_1 = 0;$$

$$3,5 - 3 \cdot 2,5 + 4,9 - 4,65 + 3 \cdot 1,25 = 0,$$

$$0 = 0.$$

Значит, реакции опор определены правильно.

2. Разобьем балку на три участка и на каждом составим выражения поперечной силы и изгибающего момента, используя правило знаков для внутренних силовых факторов.

1-й участок (рис. 9):  $0 \leq x_1 \leq l$ ,  $0 \leq x_1 \leq 2,5$  м;

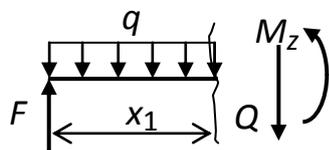


Рис. 9

$$Q = F - qx_1 = 3,5 - 3x_1;$$

$$M_z = Fx_1 - qx_1^2/2 = 3,5x_1 - 1,5x_1^2.$$

При  $x_1 = 0$   $Q = 3,5$  кН,  $M_z = 0$ , при  $x_1 = 2,5$  м  
 $Q = -4$  кН,  $M_z = -0,625$  кН·м.

Вычисляем максимальное значение изгибающего момента:

$$Q = 3,5 - 3x_1 = 0, \quad x_1 = 1,167 \text{ м};$$

$$M_{1\max} = 3,5 \cdot 1,167 - 1,5 \cdot 1,167^2 = 2,04 \text{ кН·м.}$$

2-й участок (рис. 10):  $0 \leq x_2 \leq l_2$ ,  $0 \leq x_2 \leq 3,5$  м;

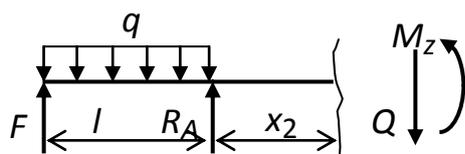


Рис. 10

$$Q = F - ql + R_A = 3,5 - 3 \cdot 2,5 + 4,9 = 0,9 \text{ кН};$$

$$M_z = F(l + x_2) - ql(x_2 + l/2) + R_A x_2 =$$

$$= 3,5(2,5 + x_2) - 7,5(x_2 + 1,25) + 4,9x_2.$$

При  $x_2 = 0$   $M_z = -0,625$  кН·м, при  $x_2 = 3,5$  м  $M_z = 2,53$  кН·м.

3 участок (рис. 11):  $0 \leq x_3 \leq l_1$ ,  $0 \leq x_3 \leq 1,25$  м;

$$Q = -qx_3 - R_B = -3x_3 + 4,65;$$

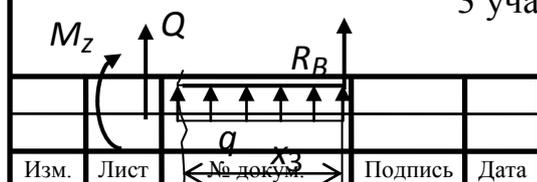


Рис. 11

$$M_z = qx_3^2 / 2 + R_B x_3 = 1,5 x_3^2 - 4,65x_3.$$

При  $x_3 = 0$   $Q = 4,65$  кН,  $M_z = 0$ , при  $x_3 = 1,25$  м  $Q = 0,9$  кН,  $M_z = -3,47$  кН·м.

Построим эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.

### Подобрать диаметр вала.

Исходные данные:  $P = 130$  кВт,  $n = 1000$  мин<sup>-1</sup>,  $a = 0,25$  м,  $b = 0,3$  м,  $c = 0,35$  м,  $D_1 = 0,6$  м,  $D_2 = 0,4$  м,  $\alpha = 60^\circ$ ,  $\sigma_{adm} = 70$  МПа, теория прочности - третья.

### Решение

1. Определяем скручивающие моменты, приложенные к шкиву и шестерням:

$$T_1 = 9,736 \frac{P}{n} = 9,736 \frac{130}{1000} \approx 1,266 \text{ кН·м};$$

$$T_2 = T_1 / 2 = 1,266 / 2 = 0,633 \text{ кН·м}.$$

2. Рисуем схему нагружения вала скручивающими моментами (рис. 30, б). Строим эпюру крутящих моментов, которая показана на рис. 30, в.

3. Определяем усилия  $F_1$  и  $F_2$  из условий равновесия

$$T_1 = 2F_1 \frac{D_1}{2} - F_1 \frac{D_1}{2} = \frac{F_1 D_1}{2};$$

$$T_2 = F_2 \frac{D_2}{2}.$$

$$F_1 = 2T_1 / D_1 = 2 \cdot 1,266 / 0,6 = 4,22 \text{ кН};$$

$$F_2 = 2T_2 / D_2 = 2 \cdot 0,633 / 0,4 = 3,165 \text{ кН}.$$

4. Вычисляем усилия, изгибающие вал в вертикальной и горизонтальной плоскостях:

$$F_{1y} = 3F_1 \sin \alpha = 3 \cdot 4,22 \sin 60^\circ = 10,96 \text{ кН};$$

$$F_{1z} = 3F_1 \cos \alpha = 3 \cdot 4,22 \cos 60^\circ = 6,33 \text{ кН};$$

$$F_{2y} = 0; \quad F_{2z} = F_2 = 3,165 \text{ кН}.$$

5. Строим эпюру изгибающих моментов в горизонтальной плоскости. Расчетная схема для определения изгибающих моментов показана на рис. 30, г. Определяем реакции опор:

$$\Sigma M_A = 0, \quad F_{2z}(a+c) + R_{Bz}c - F_{2z}(a+b) + F_{1z}b = 0;$$

$$R_{Bz} = [F_{2z}(a+b) - F_{2z}(a+c) - F_{1z}b] / c =$$

$$= (3,165 \cdot 0,55 - 3,165 \cdot 0,6 - 6,33 \cdot 0,3) / 0,35 = -5,88 \text{ кН};$$

$$\Sigma M_B = 0, \quad F_{2z}(a+b+c) - F_{1z}(b+c) + R_{Az}c - F_{2z}a = 0;$$

$$R_{Az} = [F_{1z}(b+c) - F_{2z}(a+b+c) + F_{2z}a] / c =$$

$$= (6,33 \cdot 0,65 - 3,165 \cdot 0,9 + 3,165 \cdot 0,25) / 0,35 = 5,88 \text{ кН}$$

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВКР КК.00.00.00 ПЗ					

Проверяем правильность определения реакций опор:

$$\begin{aligned}\Sigma F_z = 0, \quad -F_{1z} + 2F_{2z} + R_{Az} + R_{Bz} &= 0; \\ -6,33 + 2 \cdot 3,165 + 5,88 - 5,88 &= 0, \quad 0 = 0.\end{aligned}$$

Составляем уравнения изгибающих моментов по участкам.

1-й участок:  $0 \leq x_1 \leq 0,25$  м;  $M_1 = F_{2z} x_1 = 3,165 x_1$ .

2-й участок:  $0 \leq x_2 \leq 0,3$ ,  $M_2 = F_{2z}(a + x_1) - F_{1z} x_2 = 3,165(0,25 + x_2) - 6,33 x_2$ .

3-й участок:  $0 \leq x_3 \leq 0,35$  м;  $M_3 = F_{2z}(a + x_3) + R_{Bz} x_3 = 3,165(0,25 + x_3) - 5,88 x_3$ .

4-й участок:  $0 \leq x_4 \leq 0,25$  м;  $M_4 = F_{2z} x_4 = 3,165 x_4$ .

6. Строим эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости.

Расчетная схема для определения изгибающих моментов показана на рис.

30, е. Определяем реакции опор:

$$\Sigma M_A = 0, \quad F_{1y} b - R_{By} c = 0;$$

$$R_{By} = F_{1y} b / c = 10,96 \cdot 0,3 / 0,35 = 9,39 \text{ кН};$$

$$\Sigma M_B = 0, \quad F_{1y}(b + c) - R_{Ay} c = 0;$$

$$R_{Ay} = F_{1y}(b + c) / c = 10,96 \cdot 0,65 / 0,35 = 20,35 \text{ кН}.$$

Проверяем правильность определения реакций:

$$\Sigma F_y = 0; \quad R_{Ay} - F_{1y} - R_{By} = 0;$$

$$20,35 - 10,96 - 9,39 = 0, \quad 0 = 0.$$

Составляем выражения изгибающих моментов по участкам.

5-й участок:  $0 \leq x_5 \leq 0,3$  м,  $M_5 = -F_{1y} x_5 = -10,96 x_5$ .

6-й участок:  $0 \leq x_6 \leq 0,35$  м,  $M_6 = -R_{By} x_6 = -9,36 x_6$ .

Строим эпюру изгибающих моментов в вертикальной плоскости

7. Вычисляем значения суммарных изгибающих моментов в характерных сечениях вала:

$$M_C = M_E = 0; \quad M_K = \sqrt{M_{yK}^2 + M_{zK}^2} = \sqrt{0,79^2 + 0} = 0,79 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_A = \sqrt{M_{yA}^2 + M_{zA}^2} = \sqrt{0,16^2 + 3,28^2} = 3,283 \text{ кН}\cdot\text{м};$$

$$M_B = \sqrt{M_{yB}^2 + M_{zB}^2} = \sqrt{0,79^2 + 0} = 0,79 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

Строим эпюру суммарных изгибающих моментов, которая показана на рис. 30, з.

8. Определяем опасное сечение вала. Им будет сечение над опорой А, где крутящий момент  $T = 0,633$  кН·м, изгибающий момент  $M = 3,283$  кН·м.

9. Вычисляем расчетный момент по третьей теории прочности

$$M_{r4} = \sqrt{M^2 + T^2} = \sqrt{3,283^2 + 0,633^2} = 3,343 \text{ кН}\cdot\text{м}.$$

					ВКР КК.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

10. Определяем необходимый диаметр вала. Из условия прочности имеем

$$W_z = \frac{M_{r4}}{\sigma_{adm}} = \frac{3,343 \cdot 10^{-3}}{70} = 0,048 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Учитывая, что момент сопротивления  $W_z = \frac{\pi d^3}{32}$ , получаем

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_z}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,048 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,788 \cdot 10^{-1} \text{ м}.$$

Принимаем стандартный диаметр  $d_{ст} = 80$  мм.

### **3.4 АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА ВОПРОСОВ БЖ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.**

#### **3.4.1 Анализ состояния безопасности труда при поверхностной и междурядной обработкой почвы комбинированными рабочими органами.**

Ежегодно проводится обучение по охране труда и технике безопасности по программе. На полевых механизированных работах, а именно при возделывании пропашных работ возможна ответственность по охране труда на всех должностных лиц. Из-за трудного финансового положения хозяйства механизаторов не могут обеспечить спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты при возделывании культуры.

Низкий уровень обеспечения нормативных, санитарно-гигиенических условий на полевых станах, нужно оснастить помещения для первой медицинской помощи.

Нужно организовать комиссию по проверке технического состояния и готовности техники к сезонным работам.

#### **3.4.1.2 Планирование мероприятий по улучшению условий труда тракториста-машиниста при культивации окучивании пропашных культур на агрегате, состоящего из МТЗ 82 и КРН 4,2.**

Приобрести специальную одежду для трактористов-машинистов.

Ответственный заведующий складом. Срок 1.01.2016.

Оборудовать кабину трактора специальным укреплением.

Ответственный: главный инженер. Срок 1.03.2016.

При работе на поле отмечать флажками опасные участки.

					<b>ВКР</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

Ответственный: бригадир      Срок 1.04.2016.

Оборудовать трактор средствами первой помощи и средствами пожаротушения.

Ответственный: инженер по ТБ      Срок 1.04.2016.

Все эти требования позволяют снизить травматизм, количество несчастных случаев и повысить производительность труда.

### **3.4.2. Расчет защитного кожуха.**

Чтобы защитить тракториста-машиниста от попадания пыли, мелких частиц в глаза, необходимо

Рассчитать защитный кожух.

Чтобы выдерживать нагрузки от отлетающих частиц кожух должен быть прочным. В общем виде это определяется из выражения:

где  $m$ -масса отлетающих частиц ,кг,

- скорость частиц, м/с,

- допустимое напряжение на изгиб кожуха, Н/м,

- длина кожуха, мм,

- ускорение свободного падения частиц, м/с,

- модуль упругости материала прутка, Н/м.

### **3.4.2 Мероприятия по ГО в хозяйстве при угрозе радиоактивного заражения, повышающие устойчивость работы объекта.**

При угрозе радиоактивного заражения в мирное время главное внимание следует уделять созданию и подготовке достаточного противорадиационных укрытий, накоплению индивидуальных и медицинских средств защиты, а также обучению всего персонала умелой защите от воздействия оружия массового поражения и ведения сельскохозяйственного производства.

					<i>ВКР</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		22

На примере хозяйства должны осуществляются следующие мероприятия:

1. Установить фильтры на приточно-вытяжных устройствах;
2. Заделать двери защитной пленкой;
3. Запасаться кормами и питьевой водой;
4. Иметь работоспособную передвижную электростанцию.

Важное значение имеют подготовительные мероприятия, как накопление автономных источников электроэнергии, необходимого количества горюче-смазочных материалов, создание запасов для герметизации, оборудования для пожаротушения.

### **3.4.3 Мероприятия по охране окружающей среды в хозяйстве**

Вопросам охраны окружающей среды в хозяйстве уделяется должное внимание. Каждый год составляется план мероприятий по охране окружающей среды по соответствующим требованиям и применительно по времени проведения разработанных мероприятий.

Разрабатывается план ввода специального участка по утилизации навоза и применения его в широком масштабе для удобрения полей хозяйства. В число номенклатурных мероприятий ежегодных планов по охране окружающей среды входят следующие:

- озеленение прилегающей территории;
- организация обновления и поддержание отводных канав от помещений хозяйства;
- дальнейшее расширение мощностей очистных сооружений;
- улучшение работы отделения дезинфекции и биологического барьера хозяйства;
- расширение и поднятие уровня дамбы вокруг предприятия;
- строительство искусственного водоема на территории хозяйства;
- строительство новой ограды на территории свалки;
- проведение бесед с работниками хозяйства по вопросам охраны окружающей среды. Наряду с активной работой по охране окружающей среды есть и недостатки. Так необоснованно затягиваются просмотреть план ввода и конкретизировать этапы строительства и ввода первой линии.

### 3.6. Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве - важный фактор ускорения производительности труда.

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

					<i>ВКР КК 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		19

### 3.7 ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКУЧНИКА

#### 3.7.1 Обоснование технологии использования и конструкции комбинированного окучника

В случае создания и использования новых рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий, в частности, рабочих органов окучников необходимо обеспечить не только наилучшие агротехнические условия для сельскохозяйственных растений, но также необходимо снизить минимальные затраты труда и средства на единицу работы при более высокой производительности в сравнении с существующей машиной или комплексом машин. При этом для сравнения принят серийный культиватор-растениепитатель КРН-4,2 с существующими рабочими органами. Для агрегатирования всех видов машин принят гусеничный трактор ДТ-75М.

Определение (расчет) сопоставимых технико-экономических показателей работы сравниваемых культиваторов (агрегатов) проводится по существующим методикам и рекомендациям [ ]. При этом для определения показателей экономической эффективности исходные данные выбраны из справочного материала. А общая масса сконструированных деталей и узлов нового агрегата (культиватора) определена путем измерения их объема, удельного веса (или путем взвешивания). Краткая методика расчета отдельных технико-экономических показателей оценки сравниваемых пропашных культиваторов (агрегатов) приведена в таблице 3.1.

					<i>ВКР КК 00.00.00 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дат</i>		19

Таблица 3.1 – Методика расчета технико-экономических показателей

№ п/п	Расчетная формула	Обозначения	Значения	
			Проектный	Базовый
1	2	3	4	5
1.	$G=(G_k + G_r) \cdot K$	Масса конструкции	1123,3	1200,5
2.	$C_{\delta 1} = \frac{C_{\delta 0} \cdot \omega_0 \cdot \sigma}{\omega_1} \cdot K_{нац}$	Стоимость балансовая, тыс. руб.	52,68	75
3.	$W_{ч} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_{p \cdot \tau}$	Производительность часовая, га/ч	6,54	4,78
4.	$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_{ч}}$	Энергоемкость выполняемой операции, кВт/л	10,12	13,84
5.	$M_e = \frac{G}{W_{ч} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}$	Металлоемкость технологического процесса, кг/ед	0,032	0,050
3.	$F_e = \frac{C_{\delta}}{W_{ч} \cdot T_{год}}$	Фондоемкость процесса, руб/л	15,92	31,3
4.	$T_e = \frac{n_p}{W_{ч}}$	Трудоемкость процесса, чел.ч/л	0,15	0,20
5.	$C_{зп} = Z_{ч} \cdot T_e$	Расходы на оплату труда, руб/л	12	16
6.	$C_3 = Ц_3 \cdot \mathcal{E}_e$	Расходы на электрическую энергию, руб/л	24,5	33,6
7.	$C_{рто} = \frac{C_{\delta} \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}$	Расходы на ТО и ремонт, руб/л	2,54	5,02
8.	$A = \frac{C_{\delta} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}}$	Отчисления амортизационные, руб/л	2,26	4,45

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат
------	------	----------	---------	-----

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
9.	$S = C_{зп} + C_э + C_{рто} + A$	Себестоимость работы, руб/л	41,3	47,78
10.	$C_{прив} = S + E_n \cdot F_e$	Затраты приведенные, руб/л	43,68	52,47
11.	$\mathcal{E}_{год} = (C_б - S_n) \cdot Wч \cdot T_{год}$	Экономия годовая, руб	21026,1	-
12.	$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_n \cdot \Delta k$	Экономический эффект годовой, руб	20787,3	-
13.	$T_{ок} = \frac{C_{бп}}{\mathcal{E}_{год}}$	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	2,5	-
14.	$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_б}$	Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений	0,40	-

Из полученных технико-экономических показателей (таблица 3.1) следует, что применение (внедрение) предлагаемого культиватора с новыми рабочими органами по сравнению с серийным позволяет снижать все указанные затраты, металлоемкость технологического процесса и энергоемкость выполняемой операции, а также повысить производительность труда.

В заключении отметим, что годовой экономический эффект, являющийся основным критерием экономической эффективности использования культиватора с комбинированными орудиями, составляет 20787,3 рублей в расчете на один агрегат.

## Выводы

На основании проведенного анализа рабочих органов, применяемых как в однооперационных орудиях, так и комбинированных агрегатов, следует отметить, что наиболее перспективными с точки зрения выполнения агротребований, а также металлоемкости, конструктивной компоновке являются комбинированные рабочие органы для междурядной обработки почвы.

Наиболее перспективным направлением в создании рабочих органов машины для междурядной обработки почвы следует считать комбинированный, который сможет исключить недостатки существующих типов, главные из которых это: забиваемость почвы, неравномерная обработка по глубине и большая энергоемкость процесса обработки почвы.

В целях интенсификации процесса обработки почвы с помощью разработанных мною рабочих органов можно широко использовать активные принципы воздействия их на обрабатываемую среду. Однако существующие органы обладают в 1,5...2 раза большей энергоемкостью по сравнению с другими орудиями данного предназначения. Поэтому одни из важнейших направлений земледельческой механики является решение вопросов междурядной обработки почвы, которые приводят к необходимости создания эффективных рабочих органов с принципиально новыми способами возделывания на обрабатываемую среду, их исследованию и обоснованию конструкторско-технологических параметров, отвечающих требованиям прогрессивных технологий.

В этом плане, разработанный мною рабочие органы предлагаемого орудия позволяет обеспечить высококачественную междурядную обработку почвы при использовании мобильной техники и в итоге гарантировать получение стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, что является актуальным как в теоретическом, так и в практическом плане. На основе этого, нами предлагается внедрить данную разработку в производство.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Устройство относится к отрасли сельскохозяйственного машиностроения и предназначено для ухода за пропашными культурами. Целью предлагаемого технического решения является повышение надежности конструкции и качества междурядной обработки почвы, расширение функциональных возможностей. Устройство содержит установленные на раме на параллелограммной подвеске секции рабочих органов. Верхнее звено параллелограмма горизонтальное и закреплено на раме неподвижно, а нижнее подвижное звено выполнено в виде подпружиненного грядиля и связано с верхним звеном шарнирно. Рыхлительные диски, установленные на горизонтальных осях вертикальных стоек с возможностью изменения угла к продольной оси грядиля, позволяют обрабатывать защитную зону, производя рыхление почвы и уничтожение сорняков в нитевидной форме, а также производить окучивание посевов. Механизм опорного колеса выполнен с возможностью осевого перемещения вдоль кронштейна. Наличие упругого элемента позволяют повысить надежность качественной обработки пропашных культур, сохранять постоянную глубину обработки почвы рабочими органами. Подпружинивание грядиля позволяет снизить энергозатраты на передвижении орудия и забиваемость рабочих органов растительными остатками, увеличить производительность орудия на 15%. Зависимых пунктов формулы - 2.

Полезная модель относится к отрасли сельскохозяйственного машиностроения, в частности к устройствам для ухода за пропашными культурами.

Известен культиватор-растениепитатель УСМК-5,4Б, предназначенный для предпосевной и междурядной обработки почвы, а также окучивания посевов сахарной свеклы [1]. Он состоит из рамы, секций рабочих органов на параллелограммной подвеске, имеющих грядиль. На грядиле при раннем рыхлении междурядий устанавливаются защитные диски, односторонние плоскорежущие лапы, батарею игольчатых дисков. Защитные диски предохраняют культурные растения от присыпания, а плоскорежущие лапы рыхлят почву и подрезают сорняки в междурядье. Батарея игольчатых дисков перемещается в рядке и защитной зоне. При окучивании набор рабочих органов меняется. Недостатком данного устройства является: невозможность обработки только защитной зоны рядка культуры, повреждение культурных растений рядка батареей игольчатых дисков.

Известно орудие для междурядной обработки пропашных культур, которое состоит из рамы, секций рабочих органов, имеющих грядиль, на котором установлены последовательно стрелчатые лапы, односторонние плоскорежущие

лапы, игольчатые диски и ротационный рабочий орган с приводом от игольчатых дисков [2]. При движении по междурядьям стрелчатые лапы рыхлят дно борозды, односторонние плоскорежущие лапы рыхлят почву и подрезают сорняки в рабочей зоне. Игольчатые диски, вращаясь от сил

реакции почвы, разрушают почвенную корку в защитной зоне, частично уничтожают сорняки, способствуют более устойчивому ходу орудия. Ротационный рабочий орган, вращаясь, рыхлит верхний слой почвы без оборота его, создает эффект окучевания и одновременно присыпает растущие в рядке культурных растений сорняки. Недостатком данного устройства является присыпание роторным рабочим органом одновременно с сорняками и самих культурных растений.

Целью предлагаемого технического решения является повышение надежности качественной обработки почвы и расширение функциональных возможностей орудия.

Поставленная цель достигается следующим образом. Верхнее горизонтальное звено параллелограмма секции рабочих органов закреплено на раме неподвижно, а нижнее горизонтальное подвижное звено параллелограмма выполнено в виде подпружиненного грядиля. Механизм опорного колеса смонтирован на кронштейне с возможностью осевого перемещения вдоль него, а рыхлительные диски установлены на горизонтальных осях вертикальных стоек с возможностью изменения угла к продольной оси грядиля.

На фиг.1 изображено орудие для междурядной обработки почвы - вид сбоку, на фиг.2 - то же, но вид сверху, на фиг.3 - поперечный разрез поля.

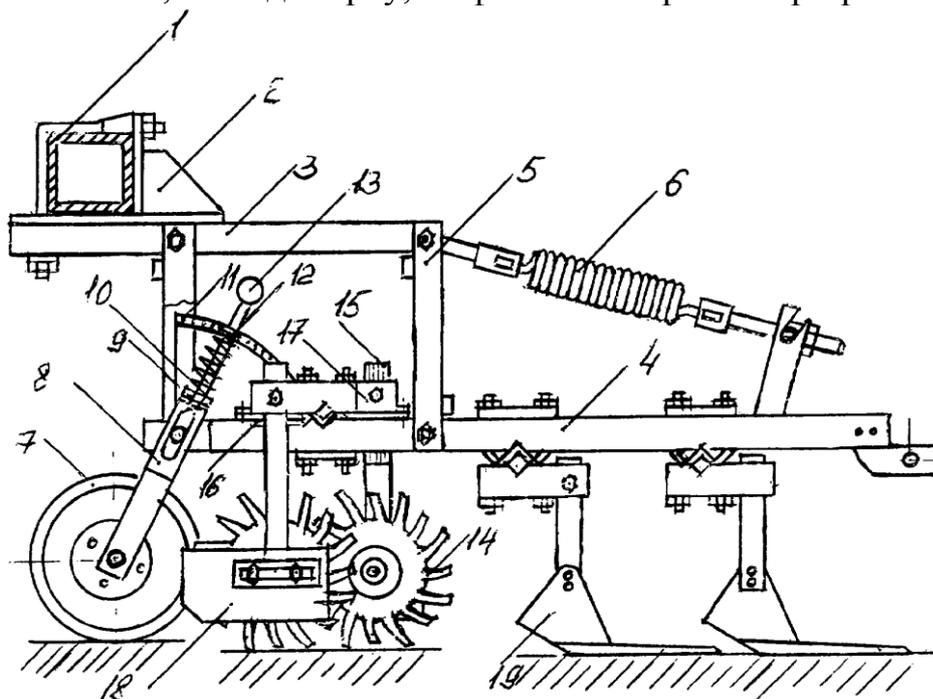


Рисунок 1.1 - Орудие для междурядной обработки почвы

Орудие для междурядной обработки почвы состоит из рамы 1, секций рабочих органов 2, установленных на раме 1 посредством параллелограммной подвески. Последняя содержит верхний неподвижный горизонтальный грядиль 3 со скобой для установки секции 2 на раму 1, нижний подвижный горизонтальный грядиль 4, который шарнирно связан с верхним грядилем 3 двумя вертикальными рамками 5 и упругой шарнирной связью в виде пружины 6. На грядиле 4 установлен кронштейн 8 опорного колеса 7. Кронштейн 8 посредством продольного паза шарнирно установлен на передней оси грядиля 4. На резьбовой вал кронштейна 8 с гайкой 9 надета

пружина сжатия 10, вторым концом упирающаяся на внутреннюю поверхность дуги объемного сектора 11 с продольным пазом по дуге и горизонтальными отверстиями по боковой ее поверхности, фиксирующей скобы 12 и рукоятки 13. Жесткость пружины 10 регулируется гайкой 9. Пара плоских рыхлительных дисков 14 с зубьями, изогнутыми в плоскости диска и отогнутыми от плоскости в противоположные стороны с чередованием неотогнутых между ними. Диски 14 установлены с возможностью изменения угла к продольной оси грядиля 4. Они смонтированы на горизонтальных осях круглых вертикальных стоек 15 со шлицами у верхнего конца с втулкой 16, надетой на шлицевую часть стойки 15 с градусной шкалой держателя 17. На прямоугольных стойках общего квадратного вала с возможностью изменения положения относительно стоек в горизонтальной плоскости установлены пара защитных щитков 18 в виде пластин, а также правая и левая односторонние плоскорежущие лапы 19, каждая из которых установлена на своем квадратном валу.

Работает орудие следующим образом. На первых обработках культуры при движении по междурядьям рыхлительные диски 14 вращаются от сил реакции почвы, производя послойное рыхление почвы в защитной зоне в непосредственной близости от культурных растений, уничтожают сорняки в нитевидной фазе развития. Односторонние плоскорежущие лапы 19 рыхлят почву и подрезают сорняки в рабочей зоне. Диски 14 устанавливаются тыльной стороной зубьев к направлению движения, а передней частью приближают к рядку поворотом стоек 15 с втулками 16 правого диска 14 по часовой стрелке, а левого диска 14 против часовой стрелки с последующей фиксацией в держателях 17. При окучивании диски 14 устанавливаются изогнутостью зуба в плоскости диска по направлению движения, а задняя часть зубьев диска приближается к рядку поворотом вокруг своей оси стоек 15 с втулками 16 правого диска против часовой стрелки, а левого по часовой стрелке с последующей фиксацией в держателях 17. Дополнительно устанавливаются защитные щитки

18. Диски 14 устанавливаются на одном квадратном валу перпендикулярном продольной оси грядиля 4 секции 2 со смещением относительно друг друга в продольно горизонтальной плоскости. Щитки 18 устанавливаются с зазором от поверхности почвы и от диска 14 со смещением относительно стойки в продольно горизонтальной плоскости.

Рельеф поверхности почвы рабочие органы 14 и 19 секции 2 копируют следующим образом. При работе орудия на выровненной поверхности поля рабочие органы 14 и 19 под действием сил сопротивления почвы отклоняются против движения орудия, растягивая пружину 6. Сила упругости пружины 6 возвращает диски 14 и 19 в исходное положение, при этом постоянно прижимает опорное колесо 7 к поверхности почвы, сохраняя постоянную глубину их хода. Из-за неравномерной плотности почвы грядиль 4 с рабочими органами 14 и 19 и щитками 18 совершает колебательные движения в продольно-вертикальной плоскости, снижая энергозатраты на передвижение орудия и забивание рабочих органов 14, 18 и 19 растительными остатками. На невыровненной поверхности поля при наезде опорного колеса 7 на глыбу или

кочку кронштейн 8, преодолевая силу упругости пружины 9 за счет продольного паза, совершает осевое движение вверх. После преодоления кратковременной нагрузки сила упругости пружины 9 возвращает кронштейн 8 с колесом 7 в исходное положение. Глубина хода рабочих органов 14 и 19 остается постоянной. При попадании опорного колеса 7 в выемку сила упругости пружины 9 за счет продольного паза заставляет кронштейн 8 совершать осевое перемещение вниз, положение рабочих органов 14 и 19 остается постоянным. Исходное положение продольного паза кронштейна 8 относительно переднего шарнира грядиля 4 среднее и регулируется изменением жесткости пружины 10 гайкой 9.

Регулирование глубины обработки рабочих органов 14 и 19 производится передвижением рукоятки 13 кронштейна 8 вдоль паза дуги объемного сектора 11 с последующей фиксацией скобы 12.

Предлагаемая конструкция позволяет производить междурядную обработку почвы с минимальными защитными зонами, повысить надежность качественной обработки почвы, расширить функциональные возможности орудия; производить окучивание рыхлительными дисками, послойное рыхление почвы в защитной зоне в непосредственной близости от культурных растений, а также обработку междурядий полей с недостаточно выровненной поверхностью почвы.

Колебания секции 2 с рабочими органами в продольно горизонтальной плоскости позволяет снизить энергозатраты на передвижение, снизить забиваемость рабочих органов растительными остатками и увеличить производительность орудия на 10...15%.

#### Литература

1. Система машин для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 1986-1995 годы. Часть 1. Растениеводство. - М., 1988, с.434-435.

2. АС №1822622 А1 А01В 39/14 Орудие для междурядной обработки пропашных культур. // Б.И. №23 от 23.06.93.

1. Орудие для междурядной обработки пропашных культур, содержащее установленные на раме, на параллелограммной подвеске секции рабочих органы.

2. Орудие по п.1, отличающееся тем, что кронштейн механизма опорного колеса выполнен с продольным пазом, смонтирован на переднем шарнире нижнего звена параллелограмма и снабжен пружиной сжатия с возможностью регулирования ее жесткости.

3. Орудие по п.1, отличающееся тем, что зубья рыхлительного диска выполнены изогнутыми в его плоскости и отогнуты от плоскости диска в противоположные стороны с чередованием неотогнутых между ними.