

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

**Направление 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль «Технические системы в агробизнесе»**

**Кафедра машин и оборудования в агробизнесе**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

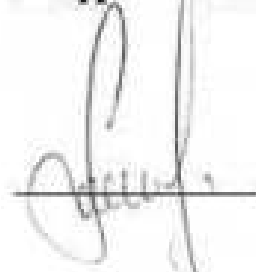
**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

**Тема: «Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой  
культиватора-плоскореза»**

**Шифр**

*ВКР. 35.03.06. 358.20. КТ*

Студент группы Б252-01



Айнуллин Д. Ф.

Руководитель к.т.н., доцент



Халиуллин Д. Т.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № 10 от 27 апреля 2020)



Зав. кафедрой к.т.н., доцент

Халиуллин Д. Т.

**Казань – 2020 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**

**Институт механизации и технического сервиса**

**Кафедра машин и оборудования в агробизнесе**

**Направление 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль «Технические системы в агробизнесе»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

 / Хамуллин Д.Т. /

«    »                      20    г.

### **ЗАДАНИЕ**

**на выпускную квалификационную работу**

Студенту            Айнуллину Динару Фиргатовичу

Тема ВКР    «Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой культиватора-плоскореза»

утверждена приказом по вузу от «22» мая 2020г. № 168

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 18.06.20

3. Исходные данные

- 1 Результаты научных работ,
- 2 Научно-техническая и справочная литература.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный анализ,
2. Технологическая часть,
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов:

- 1) Технологическая карта на возделывание,
- 2) Патентный поиск,
- 3) Общий вид машины,
- 4) Сборочный чертеж
- 5) Чертежи нестандартных изделий, подлежащих к изготовлению,
- 6) Операционно-технологическая карта

6. Консультанты по ВКР

| Раздел (подраздел)             | Консультант |
|--------------------------------|-------------|
| Экономическое обоснование      |             |
| Безопасность жизнедеятельности |             |
| Экологическая безопасность     |             |
| Допуски и посадки              |             |
| Конструкторская часть          |             |

7. Дата выдачи задания 27.04.2020

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**

| №<br>п/п | Наименование этапов ВКР      | Срок<br>выполнения | Примечание |
|----------|------------------------------|--------------------|------------|
| 1        | Литературно-патентный анализ | 10.05.2020         |            |
| 2        | Технологическая часть        | 25.05.2020         |            |
| 3        | Конструкторская часть        | 10.06.2020         |            |

Студент группы Б252-01 Айнуллин Д.Ф.

Руководитель ВКР к.т.н., доцент Халиуллин Д.Т.

## АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Айнуллина Динара Фиргатовича на тему «Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой культиватора-плоскореза»

Работа состоит из пояснительной записки на 65 страницах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения, библиографии и включает 19 рисунков, 3 таблицы и 55 формул. Список использованной литературы содержит 13 наименований.

В первой главе проведен литературно-патентный обзор технологий возделывания озимой пшеницы и конструкций культиваторов-плоскорезов.

Во второй главе описана предлагаемая технология возделывания озимой пшеницы, приведены технологические расчеты, а также рассмотрены вопросы охраны труда.

В третьей главе проведено обоснование схемы предлагаемого культиватора-плоскореза, расчет деталей, узлов конструкции и экономической эффективности конструкции, разработаны мероприятия по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности, физической культуре на производстве, а также рассмотрена экологическая безопасность.

Записка завершается выводами и предложениями.

## ABSTRACT

The work consists of an explanatory note on 65 pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusion, a bibliography and includes 19 figures, 3 tables and 55 formulas. The list of used literature contains 13 titles.

In the first chapter, a literature-patent review of winter wheat cultivation technologies and flat-blade cultivator designs was conducted.

In the second chapter, the proposed technology for winter wheat cultivation is described, technological calculations are presented, and labor protection issues are considered.

In the third chapter, the scheme of the proposed cultivator-plane, the calculation of details, structural units and economic efficiency of the structure, the measures for safety and safety of life, physical culture at work, and environmental safety are considered.

The note ends with conclusions and suggestions.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение</b>                                                      | <b>7</b>  |
| <b>1. Литературно-патентный анализ</b>                               | <b>8</b>  |
| 1.1 Обзор технологий возделывания озимой пшеницы                     | 8         |
| 1.2 Обзор изучаемых машин                                            | 13        |
| <b>2. Технологическая часть</b>                                      | <b>18</b> |
| 2.1 Предлагаемая технология                                          | 18        |
| 2.2 Технологические расчеты                                          | 22        |
| 2.3 Физическая культура на производстве                              | 33        |
| <b>3. Конструкторская часть</b>                                      | <b>34</b> |
| 3.1 Разработка культиватора-плоскореза для обработки склоновых полей | 34        |
| 3.2 Конструктивные расчеты                                           | 38        |
| 3.3 Обеспечение безопасности труда                                   | 50        |
| 3.4 Определение затрат на реконструкцию культиватора-плоскореза      | 55        |
| 3.5 Мероприятия по охране окружающей среды                           | 62        |
| <b>Заключение</b>                                                    | <b>64</b> |
| <b>Библиография</b>                                                  | <b>65</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Важным элементом в агроландшафтной системе земледелия является обеспеченность почвообрабатывающей и посевной техникой, способной, соблюдая противозерозные требования, обеспечивать условия роста и развития растений.

Большую опасность плодородию земель и устойчивости агроландшафтов на склонах представляет водная и ветровая эрозия почв. В республике насчитывается подверженных эрозии сельскохозяйственных угодий 3639,2 тысга, в т.ч. 2544,0 тысга пашни, из нее подверженной водной 2062,6 тысга, ветровой 79,0 тысга и совместной 402,4 тысга. Кроме того, в республике имеется 1236,3 тысга эрозийно-опасных сельскохозяйственных угодий, в т.ч. пашни 837,6 тысга.

В настоящее время для защиты почв от водной эрозии на склонах используется целый комплекс мероприятий. Почвозащитный комплекс включает в себя систему взаимосвязанных и дополняющих друг друга мероприятий: организационно-хозяйственных

## 1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

### 1.1 Обзор технологий возделывания озимой пшеницы

Общезвестно, что озимые, посеянные весной, до самой осени будут куститься, не давая колосьев. Без холода они «бастуют» - им необходимо сначала 0-3 градуса в течение месяца или двух (в зависимости от сорта). Озимые сорта для своего роста и развития имеют гораздо больше времени, больше кустятся, стебель и колос их мощнее, чем у яровых сортов пшеницы. Для озимой пшеницы срок посева подбирается так, чтобы всходам оставалось время раскрутиться и окрепнуть до зимы. Но если поторопиться - растеньица перерастут и плохо перенесут зиму - весной выпреют. Надо, чтобы успело образоваться не менее 3-4 хорошо развитых листков. Здесь вступает закон противоречия - листьев надо мало, а корневая система должна быть мощной.

Ветвление стеблей у хлебных злаков происходит под землей и называется куцением. Благодаря способности куститься из одного зерна вырастает несколько стеблей, образующих куст. Однако не все развившиеся в результате куцения побеги дают колосоносные стебли, т.е. продуктивные, отсюда и продуктивная кустистость - количество плодоносящих и одновременно созревающих побегов на одном растении. С осени озимые успевают развить мощную корневую систему и образовать 3-4 стебля. Таким образом, природа заложила в семя пшеницы огромные потенциальные возможности для выращивания кустистой, многостеблевой продуктивной пшеницы. Однако, как показывает многотысячелетняя история выращивания пшеницы, в практической деятельности эти возможности не материализовались. Этому много причин, и одной из них, как нам кажется, является трудность уходных работ за одним кустом.

Как решить эту проблему? Замысел агронома часто корректирует погода и не всегда в пользу крестьянина. Пути повышения продуктивности на практике решались и решаются по-разному: селекционными методами,



увеличением нормы высева на единицу площади, порядком внесения семян в почву - узкорядным или перекрестным способом посева, глубиной заделки семян и т.д. И все сводилось к одному результату: одно семя - один колос. Это приводило к плотности посадки как в ряду, так и междурядий. Впоследствии появилось новое направление в выращивании - кущение с множеством плодonoсящих и одновременно созревающих побегов.

Известный способ выращивания продуктивных растений при селекции пшеницы включает скрещивание исходных родительских форм, оценку потомства, выделение элитных растений, их размножение и последующее использование в селекционном процессе, при этом при скрещивании одной из родительских форм используют растения с опущением листьев, а оценку проводят со второго поколения и выделяют элитные растения с опущением листьев, обладающих повышенной засухоустойчивостью. Эти свойства повысили кустистость и соответственно урожайность. Скрещивание растений сорта мягкой яровой пшеницы донором жесткого опущения листа позволило получить кусты из одного семени, состоящие из 1,7 до 2,9 продуктивных стеблей на 1 растение.

Используя метод отдаленной и внутривидовой гибридизации в сочетании с направленным отбором в практической селекции тритикале, изучение исходного материала, внутривидовые скрещивания позволило создать высокоурожайные сорта тритикале кормового, зерно кормового и зернового типов. Особое внимание уделяется срокам сева. Ими установлено, что высевать зерно кормовые сорта следует одновременно с озимой рожью и озимым ячменем или вначале оптимальных сроков сева озимой пшеницы. При оптимальных сроках сева растения тритикале до ухода в зиму успевают раскуститься и достигают второго этапа органогенезиса. Весной к моменту выхода в трубку они формируют больше побегов кущения, колосковых буторков на конусе нарастания, чем растения поздних сортов сева, что в значительной мере определяет величину урожая зеленой массы и зерна. Разница при этом составляет по урожаю зерна от 18 до 40 ц/га. На уровень

урожайности зерна также оказывают более высокие нормы высева - эффективный прием формирования оптимальной плотности продуктивного стеблестоя, но с учетом срока сева, уровня питания, предшественника и влажности почвы.

Общим правилом нормы высева при ее установлении является уменьшение количества семян на высокоплодных обеспеченных влагой и чистых от сорняков полях. Оптимальное количество продуктивных стеблей на единице площади формируется в этом случае за счет повышения кустистости растений. Не оказывая существенного влияния на уровень урожайности зерна, более высокие нормы высева, 5 и более млн. всхожих зерен на 1 га, способствуют формированию более тонкой соломины, что повышает способность полеганию растений, затрудняет уборку и, в конечном итоге, ведет к потере урожая. В целом по четырем сортам пшеницы самый высокий урожай зерна пшеницы может быть получен при норме высева 4-5 млн. всхожих зерен.

Несмотря на высокие результаты, достигаемые в части создания многостеблевого высококустистого злакового растения тритикале, технологии его выращивания - обработка почвы, норма высева, система внесения удобрений, полив, способ посева, их опыт по определенным причинам, условиям не раскрыл возможности тритикале. В целом можно сказать, что «оптимальное количество продуктивных стеблей на единице площади формируется за счет кустистости растений. Анализ исследуемой работы позволяет сделать вывод, что один куст тритикале в среднем содержит 1,5 стебля с хорошим озернением колоса.

Сопоставительный анализ работы свидетельствует, что достигнутое путем селекции выращивание из одного семени пшеницы тритикале в среднем по максимуму не более 2,5 продуктивных колосьев стеблей из одного куста, остальное в кусте составляет зеленую массу и непродуктивные колосовые стебли.

Наиболее близким и принятым за прототип является способ возделывания озимой пшеницы включающий замачивание семян в анолите или католите на протяжении 8-10 часов, после чего семена без просушивания заделывают в почву. Замачивание семян проводят в анолите с pH 4,4-4,6 или католите pH 9,3-9,5. Глубина заделки семян в почву составляет  $6 \pm 0,5$  см, ширина междурядий - 18 см, расстояние между гнездами - 6 см, в каждое гнездо опускали строго по одному семени, посев осуществляется с 01 по 09 сентября месяца. Подготовка почвы с внесением удобрений выполнена по общепринятым рекомендациям.

Проведенные опыты, свидетельствуют о хорошей всхожести и ими замечено, что в некоторых растениях количество стеблей, проросших от одного семени, иногда достигало 16-18. Недостаток принятого способа заключается в том, что на урожайность влияет недостаточная солнечная освещенность, низкий процент высокой кустистости к общей массе высеванных семян, что сказывается на общей урожайности на единице площади посева. Практически трудно осуществлять замачивание большой массы семян непосредственно в поле, мокрые зерна будут слипаться в высевном аппарате, забивать выбросные отверстия, что будет приводить к неравномерному шагу высева, требовать дополнительного ворошения семян в бункере высевного аппарата. Все это снижает получение в лабораторных условиях достоинства способа.

В основу настоящего изобретения поставлена задача, используя внутренние, заложенные в семена биологические резервы, выращивания из одного семени куста пшеницы с максимально возможным количеством продуктивных стеблей с полновесным колосом на больших посевных площадях в различных климатических зонах.

Эта задача решается проведением основных предпосевных технологических операций, таких как безотвальная обработка почвы, позволяющая проводить по капиллярам, создаваемым отмершими корнями, за счет разности дневных и ночных температур из нижних слоев почвы влагу

к ложу семян, проводить обеззараживание почвы химикатами, внесение предпосевное органических и минеральных удобрений, предпосевную термообработку и замачивание семян в растворе минеральных удобрений и микроэлементов с последующим просушиванием до сыпучести.

Способ выращивания пшеницы, включающий предпосевную обработку почвы, подготовку семян пшеницы, посев пшеницы, подкормку посевов минеральными и органическими удобрениями, уборку урожая скашиванием растений, отличающийся тем, что посев осуществляют чередованием параллельных многорядных лент растений, разделенных незасаваемыми проходами, при этом в зависимости от химического состава почвы и климатической зоны число рядов растений в многорядной ленте устанавливают в зависимости от зенитального угла наклона солнечных лучей к линии горизонта пшеничного поля обеспечивающих максимальную освещенность всех рядов растений в многорядной ленте, а ширину незасаваемых проходов и расстояние между ними устанавливают в зависимости от технической характеристики транспортного средства, высевание семян осуществляют в отрезке времени июль-август месяцы с последующей, в меру необходимости, после всходов культивацией междурядий проходов, а также корневую и внекорневую подкормку после нарастания зеленой массы в осенний период перед наступлением установившихся низких, близко к ночным, слабоотрицательных температур, осуществляют скашивание зеленой массы с последующей естественной подсушкой срезов колосовых побегов, при этом перед скашиванием осуществляют культивацию междурядий и проходов с одновременной корневой и внекорневой подкормкой минеральными удобрениями, после подсушки срезов колосовых побегов, каждую многорядную ленту укрывают слоем земли, а по весне осуществляют культивацию междурядий и минеральную подкормку.

## 1.2 Обзор изучаемых машин

### 1.2.1 Способы снижения механической эрозии почвы

Снизить величину механической эрозии почвы при обработке склонов можно следующими способами:

#### а) технологическим

- снижение количества обработок;
- минимализация глубины обработки;
- применение полосной обработки;
- применение вида обработки, при котором используемое орудие не вызывает механическую эрозию почвы (например, щелевание и др.),

#### б) конструктивным

- использование существующих видов машин, конструкция рабочих органов которых позволяет перемещать почву в одном направлении;
- создание специальных сельскохозяйственных машин, применение которых на склоновых полях не вызывает возникновения механической эрозии почвы.

### 1.2.2 Обзор комплекса машин, позволяющих снизить механическую эрозию почвы

В противоэрозионный комплекс машин для снижения механической эрозии почвы можно включить плуг оборотный с оборотом пласта вверх по склону. Применение такого плуга на склоновых полях дает большую эффективность, т. к. появляется возможность обработать почву склона на глубину до 30 см с оборотом пласта.

Необходимо отметить, что применение такого плуга на склоновых полях уклоном 6° и выше, вызывает ухудшение агротехнических требований по обороту пласта.

Для обработки склоновых полей с целью задержания талых и ливневых вод имеет смысл использовать щелеватель, т.к. в этом случае проявление механической эрозии отсутствует.

В настоящее время промышленность выпускает, в основном, щелеватели как сменные рабочие органы к существующим почвообрабатывающим машинам для основной обработки почвы, например, на культиватор – плоскорез КП-5С, КП-3С (рисунок 1.1) и др.

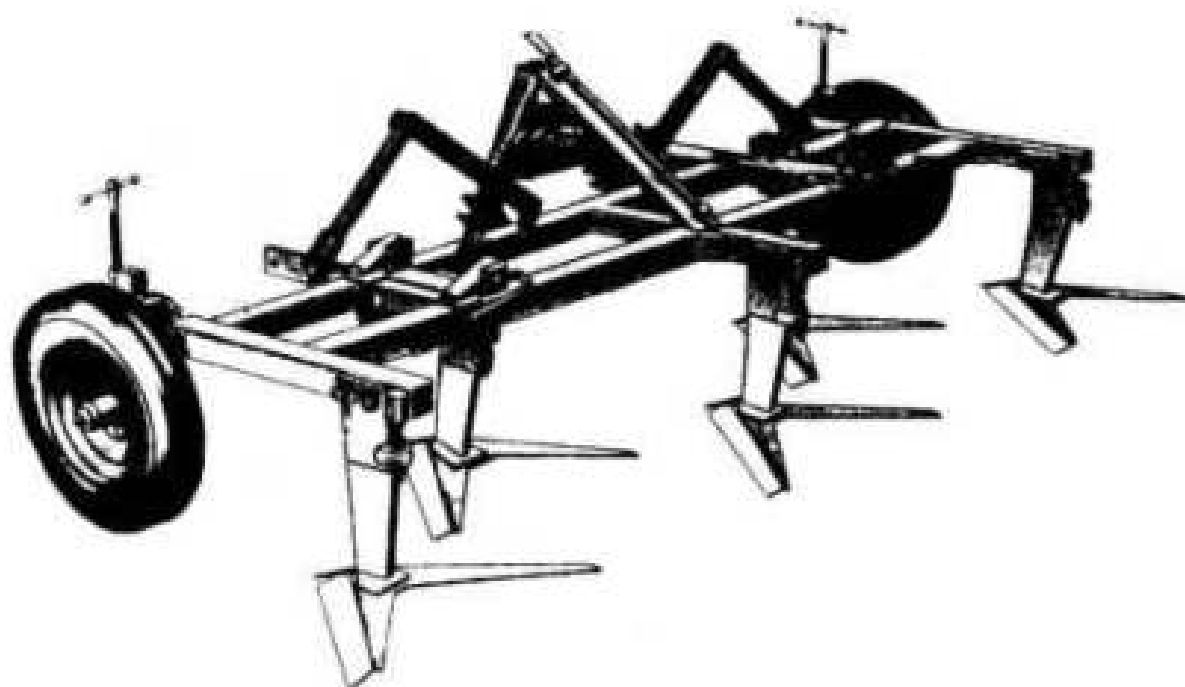


Рисунок 1.1 – Культиватор – плоскорез КП-5С

На рисунке 1.2 изображен щелерез –

В представленной конструкции долото выполнено  - образной формы, состоящее из рабочей поверхности и лезвия

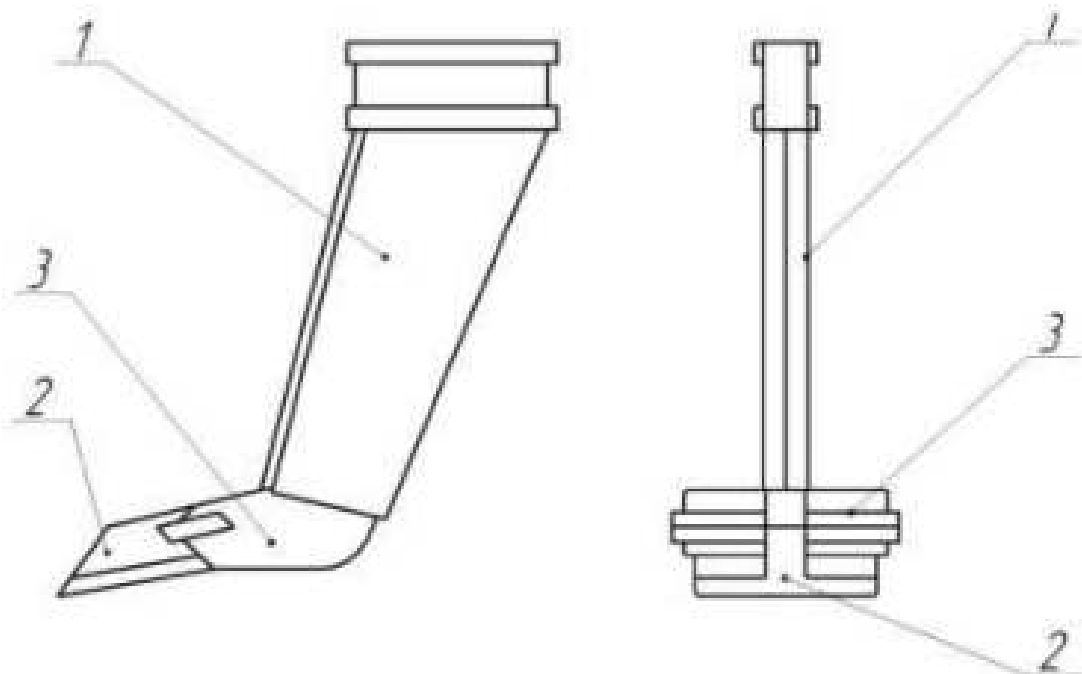


Рисунок 1.2- Глубококорышлитель по АС 435762

При работе глубококорышлителя лезвие долота врезается в слой почвы, которая деформируясь и перемещаясь по лезвию, оказывает давление на рабочую поверхность долота. Так как величина давления пласта почвы сверху гораздо выше, чем величина давления почвы на лезвие снизу, то происходит заглубление рабочего органа в оршфейновый слой. Установка рабочей поверхности долота под углом  $10-15^\circ$  к опорной поверхности способствует тому, что при движении щелереза - глубококорышлителя слой почвы поднимается на 20-25 см, полностью разрушая оршфейновый слой.

Снижение механической эрозии почвы по сравнению с отвальной вспашкой проявляется при применении безотвальной обработки почвы, особенно при применении культиватора – плоскореза, т.к. при обработке склоновых земель плугами наблюдается большее по сравнению с безотвальной обработкой сталкивание почвы вниз по склону. Поэтому в комплекс машин для борьбы с механической эрозией можно внести и культиватор – плоскорез.

К снижению механической эрозии ведет и использование почвообрабатывающего рабочего органа по АС SU 1508978 A1, (рисунок 1.3) у которого лемеха имеют составляющие элементы, угол в плане которых равен  $\gamma$

$\approx 180^\circ$ . А при использовании рабочего органа с поворотным лемехом, который всегда будет смещать почву вверх по склону, механическая эрозия исключается полностью.

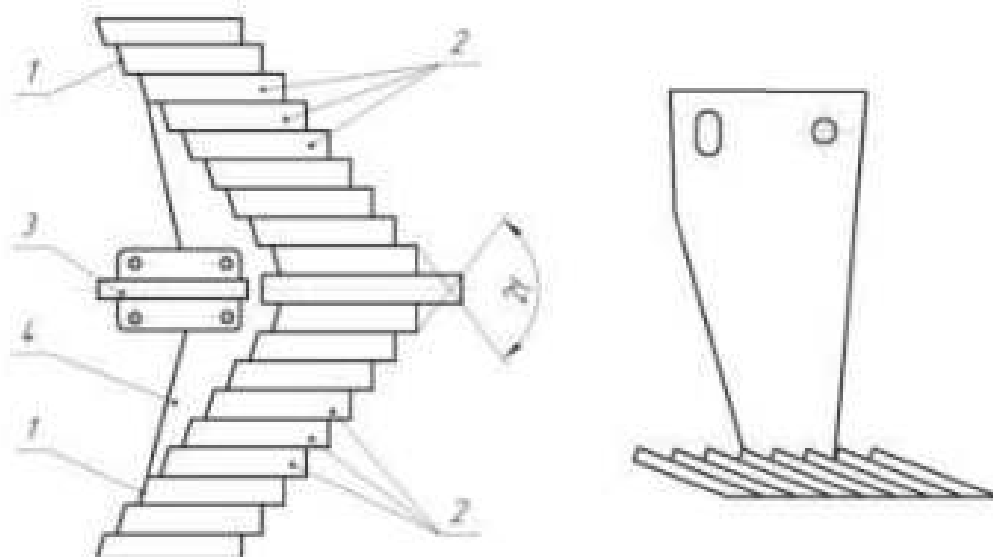


Рисунок 1.3- Почвообрабатывающий рабочий орган по АС SU 1508978 A1.

Еще одним способом уменьшения механической эрозии является обработка лишь полосы для посева, а междурядье оставляется необработанным. В этом случае необработанная полоса будет препятствовать как механической, так и водной эрозии. В таких орудиях для обработки полос применяют фрезы, т. к. это позволяет подготовить почву к посеву за один проход.

Обработка полос проводится фрезерным барабаном, у которого ножи установлены на подвижных фланцах. Ширина междурядий устанавливается в зависимости от междурядий сеялки. Ширину обрабатываемой полосы можно регулировать перемещением фланцев.

При необходимости углубления обрабатываемой полосы пассивными рабочими органами для отдельных видов культур на комбинированном агрегате имеется возможность установки пассивных рабочих органов перед фрезой. В качестве пассивных рабочих органов использована стрельчатая лапа, которая может обработать почву на глубину до 20 см.



Регулирование глубины хода рабочих органов (фрезы, лапы, сошников) проводится групповым способом при помощи опорных колес и индивидуально.

Главное преимущество посева полосным способом комбинированным агрегатом проявляется в уменьшении смыва почвы по сравнению с посевом по обычной технологии и в уменьшении механической эрозии.

Недостатком комбинированного агрегата является то, что при его применении нарушается агрегатный состав почвы, вследствие воздействия на почву активного рабочего органа – фрезы.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Предлагаемая технология

Предлагаемая технология заключается в том, что посев осуществляют чередованием параллельных многорядных лент растений, разделенных незасеваемыми проходами. В зависимости от химического состава почвы и климатической зоны, число рядов растений в многорядной ленте устанавливают в зависимости от зенитального угла наклона солнечных лучей к линии горизонта пшеничного поля обеспечивающих максимальную освещенность всех рядов растений в многорядной ленте. Ширину незасаваемых проходов и расстояние между ними устанавливают в зависимости от технической характеристики транспортного средства (ширина колес, траков и междурядное расстояние между ними). Высевание семян осуществляют в отрезке времени июль - август месяцы в зависимости от климатической зоны с последующей после всходов культивацией междурядий и проходов. После нарастания зеленой массы в осенний период перед наступлением слабостригательных температур осуществляют скашивание зеленой массы с естественной просушкой прикорневых срезов. Перед скашиванием осуществляют культивацию междурядий и проходов с одновременной корневой и внекорневой подкормкой минеральными удобрениями. После подсушки прикорневых срезов каждую многорядную ленту укрывают слоем земли, а по весне осуществляют культивацию междурядий и минеральную, например азотную, подкормку. Параллельность многорядных лент и рядов в ленте и расстояния между ними обеспечивают управлением технических средств посева системой спутникового позиционирования GPS или «Глонасс». Ширина проходов принимается равной 0,30-0,40 м, ширина междурядий в ленте принимается равной 0,15-0,25 м, расстояние между высеваемыми в ряду зернами (шаг) равно 0,10-0,20 м, а количество рядов в ленте колеблется от 3 до 6. Такой посев обеспечивает оптимальную площадь питания.

Способ реализуется следующим образом и включает следующие технологические операции и их последовательность.

Предпосевная обработка почвы под посев озимой пшеницы включает безотвальное рыхление, и в зависимости от состояния поля проводятся боронование, прикатывание и другие приемы культивации. При необходимости проводится внесение комплексных минеральных удобрений и обеззараживание почвы по рекомендации региональных агрохимлабораторий.

Аналогичные мероприятия проводятся при посеве яровой пшеницы.

Предпосевная обработка семян включает предпосевную термообработку в виде прогревания посадочного материала до 45-60°, протравление ядохимикатами для предупреждения болезней растений, замачивание в растворе минеральных удобрений и микроэлементов с последующим просушиванием до сыпучести (при возможности, солнечными лучами) для активизации жизненных процессов растений, усиления роста, ускорения развития. В качестве посадочного материала использовалась пшеница сорта «Суперэлита».

Посев осуществляют чередованием многорядных лент растений, разделенных незасеваемыми проходами.

В каждой климатической зоне в зависимости от зенитального угла наклона солнечных лучей к линии горизонта пшеничного поля, обеспечивающих максимальную дневную освещенность всех рядов растений в многорядной ленте, а также от химического состава почвы устанавливается число рядов растений в многорядной ленте. Для обеспечения достаточной освещенности растений солнечным светом ширина междурядий устанавливается, например, в Ростовской области от 0,15 до 0,25 м. Такая ширина обеспечивает процесс культивации междурядий, чтобы можно было осуществлять по мере необходимости рыхление и уничтожение сорняков. Такую же обработку осуществляют и по проходам. Это позволяет сказать, что такой процесс обработки и посева позволит относить пшеницу к

пропашным культурам. Ряды в многорядной ленте имеют направление с севера на юг, если нет уклонов поверхности, их количество колеблется от 3 до 6. Расстояние между высеваемыми зернами в ряду находится в пределах 0,10-0,20 м. Глубина заделки семян 6-9 см в зависимости от влажности почвы. Ширина проходов принимается в пределах 0,30-0,40 м в зависимости от ширины колес или траков транспортного средства, а ширина между проходами устанавливается просветом между внутренними торцами колес или траков, т.е. определяется их междетровым расстоянием имеющегося в наличии транспортного средства. Для получения параллельности рядов в ленте и многорядных лент желательно использовать для управления техническими средствами посева, рыхления, химической обработки, подкормки и других технологических операций возделывания систему спутникового позиционирования GPS или «Глонасс».

Время посева. Лучшие сроки сева, норма посева и глубина заделки семян устанавливаются в каждом регионе в зависимости от почвы, погоды и сорта пшеницы. Для озимой пшеницы срок посева подбирается так, чтобы всходам оставалось время распуститься и окрепнуть до зимы. В нечерноземной полосе озимую пшеницу сеют во второй половине августа, а на Северном Кавказе - в конце сентября даже в начале октября. Яровая - в самые ранние весенние сроки. Значительно более ранние сроки сева составляют элемент новизны технической операции выращивания, ибо по всем агрономическим правилам сева озимой пшеницы достаточно образования не более 3-4 листиков, чтобы растеньица не переросли, хорошо перенесли зиму и не произошло весеннего «выпревания». Одной из задач такого раннего посева в летний период является стремление обеспечить развитие мощной корневой системы и зеленой массы с множеством до 50 колосистых стеблей высокой продуктивности с последующим осенне-зимним покоем.

Это достигается проведением после всходов междурядной культивации, по удалению сорняков или разрушения корки на почве, внесение удобрений

как жидких, так и сухих в виде корневой и внекорневой подкормки в соответствии и принятыми агрономическими нормами и рекомендациями. Этот агрономический прием способствует развитию мощной корневой системы с формированием большого количества колосковых побегов кущения, колосковых буторков на конусе нарастания, что в значительной мере определяет величину урожая, определяемой количеством продуктивных колосьев.

После нарастания зеленой массы, в осенний период, перед наступлением установившихся низких, близко к ночным, слабоотрицательных (около  $0^{\circ}$ ) температур осуществляют скашивание зеленой массы, ее уборку с последующей естественной подсушкой срезов колосковых побегов, при этом перед скашиванием осуществляют культивацию междурядий и проходов с одновременной корневой и внекорневой подкормкой минеральными удобрениями, направленными на укрепление листового материала растений и их корневой системы перед уходом в зиму. Зеленая срезанная масса может быть использована на корм птицам, скоту, силосование.

Затем, после подсушки срезов колосковых побегов, каждую многорядную ленту укрывают слоем земли, используя землю проходов. Это предохраняет зеленые всходы от вымерзания, обледенения, почву от растрескивания в бесснежные зимы от сильных морозов, сохраняя корневую систему.

В последующем весной проводят культивацию и подкормку минеральными, например азотистыми, удобрениями.

Данный способ позволяет работать в междурядьях как с пропашными культурами на протяжении всего вегетативного периода и осуществлять уходные работы, такие как разрушение образовавшейся корки на почве после дождя, рыхления междурядий для удаления сорняков, проветривания верхнего слоя почвы, в том числе и в весенний период. Без использования авиации осуществлять в нужные агрономические сроки корневую и

внекорневую подкормку минеральными удобрениями, не затапывая и не раня зеленые растения колесами тракторов, используя для этого предусмотренные способом проходы между лентами междурядий. Укрытие в зиму ленточных междурядий земель предохраняет растения от вымерзания и выпотевания.

В целом, весь комплекс мероприятий предпосевных и после всходов позволит, используя внутренние, заложенные в семени биологические резервы, выращивать в каждом кусте до 50-70 продуктивных стеблей с полновесным колосом на многогектарных площадях.

В сравнении с общепринятой технологией сева, при которой на один гектар используют от 3,5 до 7 млн. зерен или от 1,2 до 3 центнеров семян при подобном способе используют - 0,8 центнера.

Это дает экономию высококачественного дорогого семенного материала в 2-3 раза. Урожайность составляет более 60 центнеров пшеницы с гектара.

## 2.2 Технологические расчеты

Характер взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин с почвой на склонах существенно отличается от такого взаимодействия на ровной местности. Это обусловлено наличием скатывающей силы и изменением первоначальных параметров рабочего органа относительно горизонтальной плоскости. Это приводит к различным смещениям почвы под склон ( $\Delta_1$ ) и вверх по склону ( $\Delta_2$ ) при работе клина поперек склона (см рисунок 2.1). Разница этих смещений и составляет механическую эрозию почвы ( $\Delta = \Delta_1 - \Delta_2$ ).

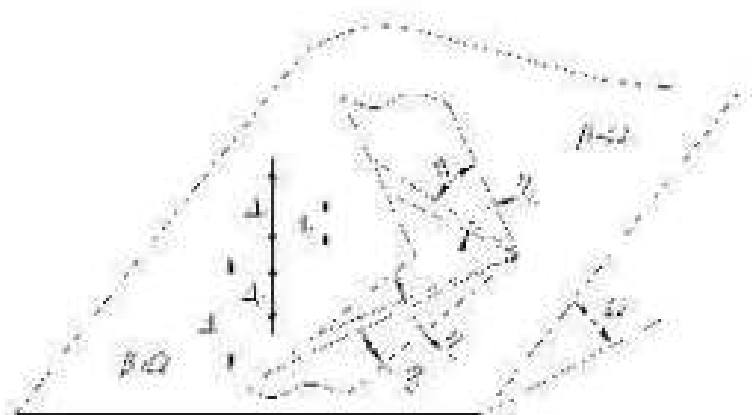


Рисунок 2.1 – Схема возникновения механической эрозии почв на склонах

При работе лемеха на горизонтальной плоскости на пласт почвы действует две силы: сила нормального давления  $\bar{N}$  и сила трения  $\bar{F}$  и относительная траектория пласта определяется по выражению Гячева Л.В. как

$$\operatorname{tg} \eta = \operatorname{tg} \gamma \cdot \cos \varepsilon, \quad (2.1)$$

При работе на склонах величины углов  $\gamma$  и  $\varepsilon$  меняются, так как в этом случае  $\gamma$  представляет собой угол между следом плоскости рабочего органа на горизонтальной плоскости и направлением движения, а  $\varepsilon$  - угол между плоскостью рабочего органа и горизонтальной плоскостью, которые определяются по формулам

$$\operatorname{tg} \gamma_1 = \operatorname{tg} \gamma \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \Omega)} \quad (2.2)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon_1 = \frac{\operatorname{tg}(\beta + \Omega)}{\cos \gamma_1} \quad (2.3)$$

где  $\Omega$  - крутизна склона, град.

$\beta$  - определяется по выражению  $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \cos \gamma$ , град.

Кроме изменения первоначальных параметров рабочего органа на склонах действует дополнительно сдвигающая сила  $\bar{Q}$  (см рисунок 2.2).

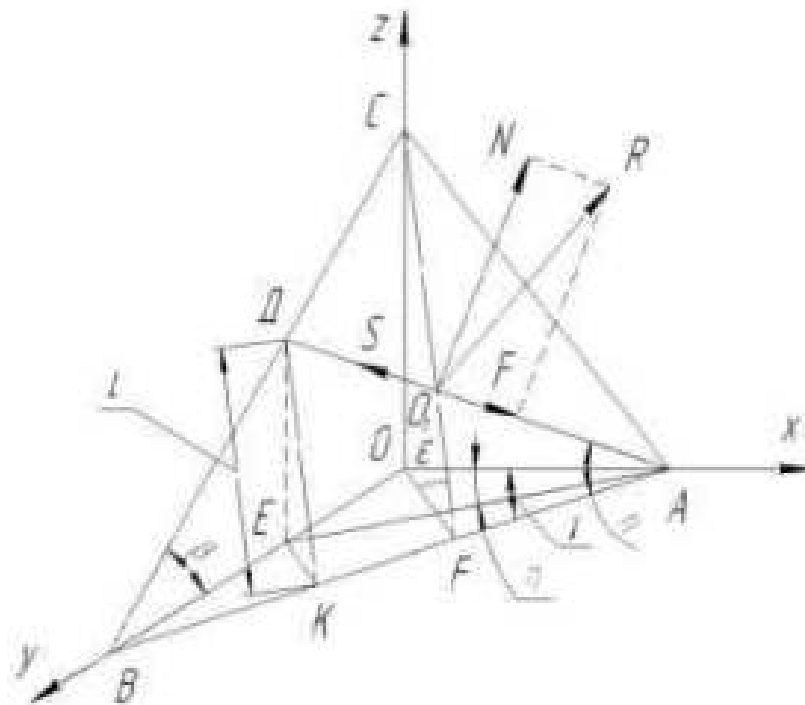


Рисунок 2.2 – Углы, характеризующие направление движения пласта по клину на равнине

Под действием ее составляющей  $\frac{P}{T}$  траектория относительного движения пласта отклоняется на угол  $\delta$ , величину которого находим по выражению:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\operatorname{tg} \gamma \times \sin \varepsilon \times \cos \beta \times \sin \Omega \times \cos \eta}{\cos \varepsilon_1} \quad (2.4)$$

Тогда траектория движения пласта относительно лезвия лемеха определяется углом  $\eta' = \eta - \delta$

Используя выражение (2.4) получаем

$$\operatorname{tg} \eta' = \frac{\operatorname{tg} \eta \times \cos \varepsilon_1 - \operatorname{tg} \gamma \times \sin \varepsilon \times \cos \beta \times \sin \Omega \times \cos \eta}{\cos \varepsilon_1 + \operatorname{tg} \gamma \times \sin \varepsilon \times \cos \beta \times \sin \Omega \times \sin \eta} \quad (2.5)$$

В зависимости (2.5) углы  $\gamma$  и  $\varepsilon$  - конструктивные параметры, угол  $\eta$  вычисляем по выражению (2.1), угол  $\varepsilon_1$  по формуле (2.3).

Анализируя зависимость (2.5), замечаем, что:

- при  $\Omega = 0$  (работа на равнине)  $\eta' = \eta$ .



- при  $\Omega > 0$  (клин толкает почву под склон)  $\eta' < \eta$ ,
- при  $\Omega < 0$  (клин толкает почву верх по склону)  $\eta' > \eta$ .

При работе клина  $OABC$  на равнине траектория движения пласта направлена по вектору  $\vec{S}$  и определяется углом  $\eta$  (рисунок 2.3).

Этот вектор  $\vec{S}$  проходит через точку  $D$ . При работе клина на склоне с уклоном  $\Omega$  клин займет положение  $OAB_1C_1$ . Точка  $D$  клина займет положение  $D_1$ . При отсутствии скатывающей силы  $\vec{Q}$  пласт перемещался бы по прямой  $AD_1$ .

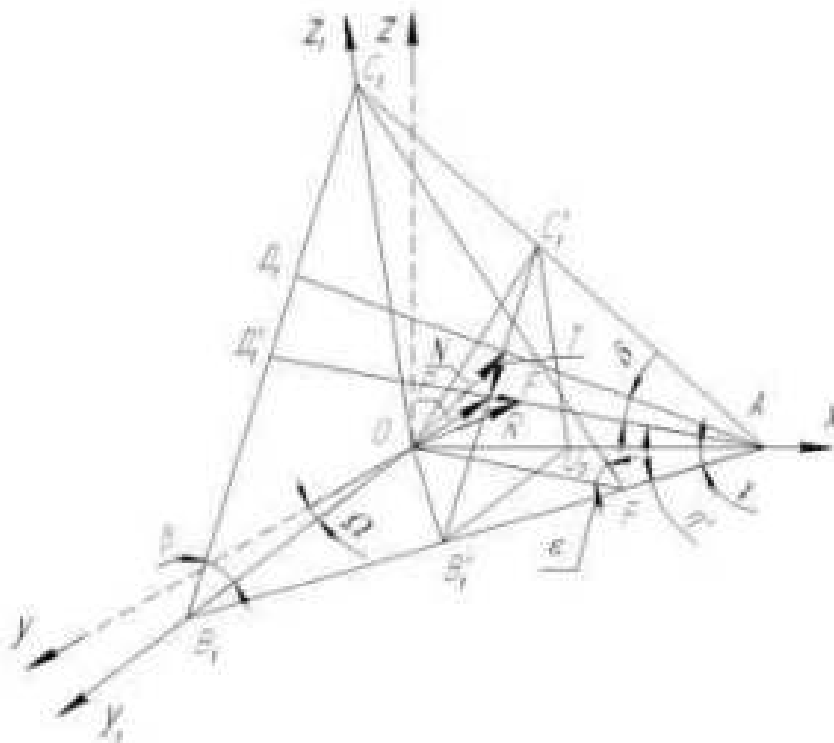


Рисунок 2.3 – Схема для определения траектории движения пласта по клину на склонах

При этом углы  $\gamma$  и  $\epsilon$  принимают значения  $\gamma_1$  и  $\epsilon_1$ . Тогда угол  $\eta_1$  между прямой  $AD_1$  и следом плоскости клина на горизонтальную плоскость ( $\angle D_1AB_1$ ) определяется по выражению:

$$\operatorname{tg} \eta_1 = \operatorname{tg} \gamma_1 \cdot \cos \epsilon_1 \quad (2.6)$$

Таким образом зная углы  $\eta$ ,  $\eta_1$ ,  $\eta'$  можно найти угол  $\eta'_1$  между направлением движения пласта по клину на склонах  $\bar{S}'_1$  и следом плоскости клина на горизонтальную плоскость  $AB_1$  ( $\angle D'_1AB_1$ ):

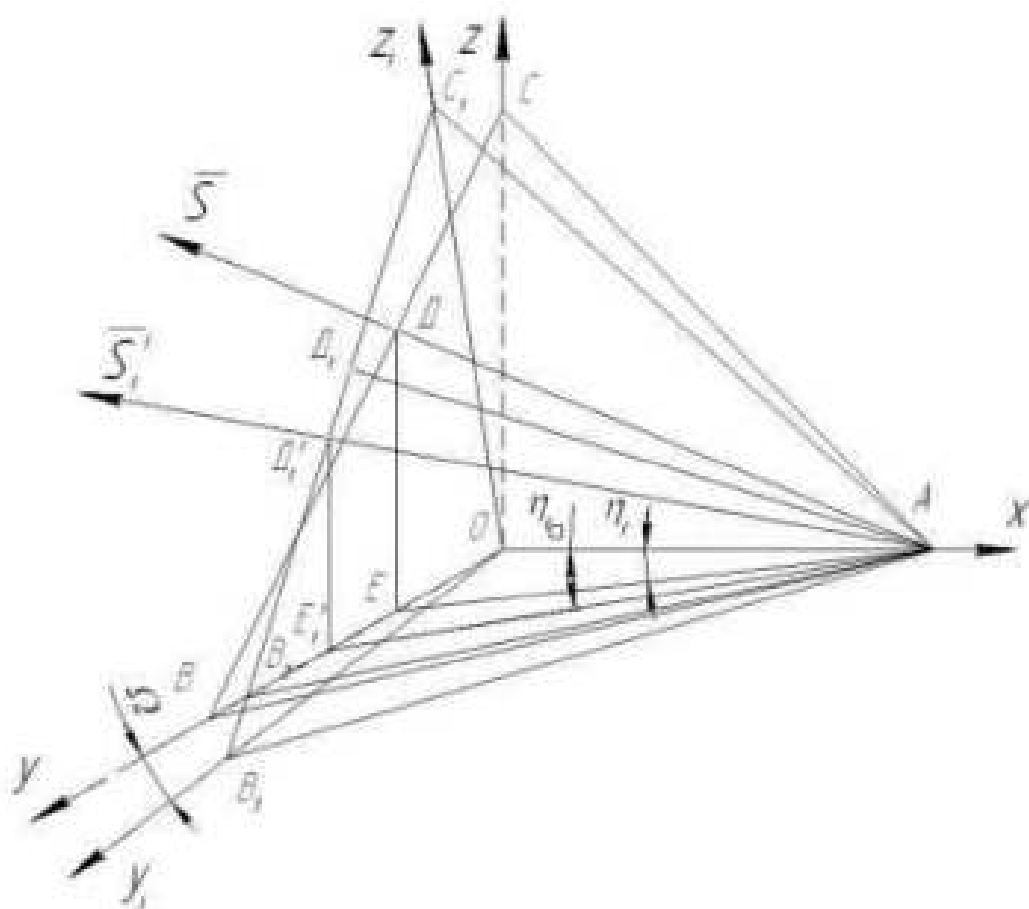
$$\eta'_1 = \eta_1 - (\eta - \eta') \quad (2.7)$$

По найденному значению  $\eta'_1$  находим угол  $\eta_{r1}$  между проекцией траектории относительного движения пласта на горизонтальную плоскость и направлением движения по зависимости:

$$\operatorname{tg} \eta_{r1} = \frac{\operatorname{tg} \gamma_1 - \cos \varepsilon_1 \times \operatorname{tg} \eta'_1}{1 + \cos \varepsilon_1 \times \operatorname{tg} \gamma_1 \times \operatorname{tg} \eta'_1} \quad (2.8)$$

Зная траекторию движения пласта по лемеху с шириной  $L$ , определяем смещение почвы по формуле:

$$\Delta_1 = L \times \frac{\sin \eta_{r1}}{|\sin \eta|} \times \sqrt{1 - \sin^2 \eta'_1 \times \sin^2 \varepsilon_1} \quad (2.9)$$



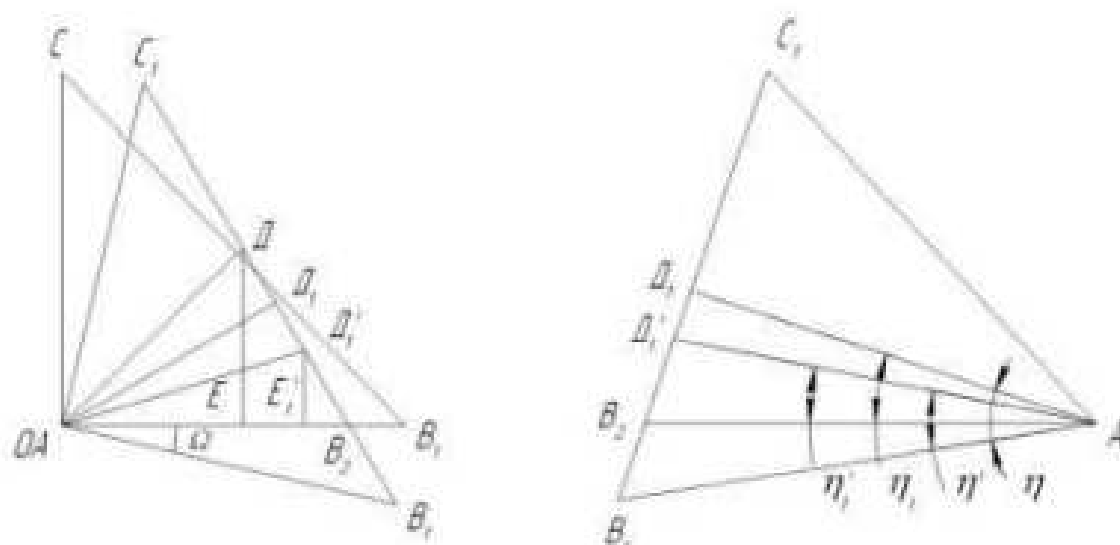


Рисунок 2.4 – Схемы для определения углов  $\eta'_1$  и  $\eta_1$

Величину механической эрозии при различных значениях крутизны склона и конструктивных параметрах лемеха  $\gamma \in L$  определяем по выражению:

$$\Delta = \Delta_1 - \Delta_2, \quad (2.10)$$

где  $\Delta_1$  - смещение почвы при значениях крутизны склона  $+\Omega$  (лемех толкает почву под склон)

$\Delta_2$  - смещение почвы при значениях крутизны склона  $-\Omega$  (лемех толкает почв вверх по склону)

и определяются по формуле (2.9).

Теоретические расчеты и значения смещений почвы  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  и механической эрозии  $\Delta$  выполнены с помощью программы Microsoft Excel и представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Расчетные показатели к анализу работы плоскорезающих рабочих органов на склоновых полях

| $\varepsilon$ | $\gamma$ | $\eta$ | $L$ | $\Omega$ | $\beta$ | $\gamma_1$ | $\gamma_2$ | $\varphi_1$ | $\varphi_2$ | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $\eta'$ | $\eta''$ | $\eta_1$ | $\eta_2$ | $\eta_1'$ | $\eta_2''$ | $\eta_{r1}$ | $\eta_{r2}$ | $\Delta_1$ | $\Delta_2$ | $\Delta$ |
|---------------|----------|--------|-----|----------|---------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|---------|----------|----------|----------|-----------|------------|-------------|-------------|------------|------------|----------|
|               |          |        |     |          |         |            |            |             |             |            |            |         |          |          |          |           |            |             |             |            |            |          |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 0        | 10,3    | 60         | 60         | 20          | 20          | 0          | 0          | 58,4    | 58,4     | 58,4     | 58,4     | 58,4      | 58,4       | 3,2         | 3,2         | 7,5        | 7,5        | 0        |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 1        | 10,3    | 57,7       | 62,4       | 20,5        | 19,5        | 0,3        | -0,3       | 58,1    | 58,8     | 56,0     | 61,0     | 55,6      | 61,3       | 3,8         | 2,5         | 9,0        | 5,9        | 3,1      |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 2        | 10,3    | 55,5       | 65,0       | 21,1        | 19,1        | 0,7        | -0,6       | 57,8    | 59,1     | 53,6     | 63,7     | 53,0      | 64,4       | 4,4         | 1,9         | 10,5       | 4,4        | 6,1      |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 3        | 10,3    | 53,4       | 67,7       | 21,7        | 18,7        | 1,0        | -1,0       | 57,4    | 59,4     | 51,4     | 66,6     | 50,4      | 67,5       | 5,1         | 1,3         | 12,1       | 2,9        | 9,2      |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 4        | 10,3    | 51,4       | 70,5       | 22,3        | 18,3        | 1,3        | -1,3       | 57,1    | 59,7     | 49,3     | 69,5     | 47,9      | 70,8       | 5,7         | 0,6         | 13,6       | 1,4        | 12,2     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 5        | 10,3    | 49,6       | 73,4       | 22,9        | 18,0        | 1,7        | -1,6       | 56,8    | 60,0     | 47,2     | 72,6     | 45,6      | 74,2       | 6,3         | 0,0         | 15,2       | -0,1       | 15,3     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 6        | 10,3    | 47,8       | 76,4       | 23,6        | 17,7        | 2,0        | -1,9       | 56,4    | 60,4     | 45,3     | 75,7     | 43,3      | 77,6       | 7,0         | -0,7        | 16,8       | -1,5       | 18,3     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 7        | 10,3    | 46,2       | 79,4       | 24,2        | 17,5        | 2,3        | -2,2       | 56,1    | 60,7     | 43,5     | 78,9     | 41,2      | 81,2       | 7,6         | -1,3        | 18,4       | -3,0       | 21,4     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 8        | 10,3    | 44,6       | 82,6       | 24,9        | 17,4        | 2,7        | -2,5       | 55,8    | 61,0     | 41,8     | 82,2     | 39,1      | 84,8       | 8,2         | -1,9        | 19,9       | -4,5       | 24,4     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 9        | 10,3    | 43,2       | 85,8       | 25,7        | 17,3        | 3,0        | -2,9       | 55,4    | 61,3     | 40,2     | 85,6     | 37,2      | 88,4       | 8,8         | -2,6        | 21,5       | -5,9       | 27,4     |
| 20            | 60       | 58,4   | 120 | 10       | 10,3    | 41,8       | 89,0       | 26,4        | 17,2        | 3,4        | -3,2       | 55,0    | 61,6     | 38,7     | 88,9     | 35,3      | 92,1       | 9,4         | -3,2        | 23,1       | -7,3       | 30,5     |
|               |          |        |     |          |         |            |            |             |             |            |            |         |          |          |          |           |            |             |             |            |            |          |
| 30            | 60       | 56,3   | 120 | 0        | 16,1    | 60         | 60         | 30          | 30          | 0          | 0          | 56,3    | 56,3     | 56,3     | 56,3     | 56,3      | 56,3       | 7,6         | 7,6         | 17,3       | 17,3       | 0,0      |
| 30            | 60       | 56,3   | 120 | 2        | 16,1    | 57,1       | 63,1       | 31,0        | 29,0        | 1,1        | -1,1       | 55,2    | 57,4     | 53,0     | 59,9     | 51,9      | 60,9       | 9,6         | 5,6         | 22,3       | 12,5       | 9,8      |
| 30            | 60       | 56,3   | 120 | 3        | 16,1    | 55,7       | 64,7       | 31,6        | 28,6        | 1,6        | -1,6       | 54,7    | 57,9     | 51,3     | 61,7     | 49,7      | 63,3       | 10,6        | 4,5         | 24,8       | 10,1       | 14,7     |

|    |    |      |     |    |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----|------|-----|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 30 | 60 | 56,3 | 120 | 4  | 16,1 | 54,4 | 66,4 | 32,2 | 28,2 | 2,2 | -2,1 | 54,1 | 58,4 | 49,8 | 63,7 | 47,6 | 65,7 | 11,6 | 3,5  | 27,3 | 7,8  | 19,6 |
| 30 | 60 | 56,3 | 120 | 6  | 16,1 | 51,9 | 69,9 | 33,4 | 27,5 | 3,3 | -3,1 | 53,0 | 59,4 | 46,8 | 67,6 | 43,5 | 70,7 | 13,5 | 1,4  | 32,5 | 3,1  | 29,3 |
| 30 | 60 | 56,3 | 120 | 8  | 16,1 | 49,6 | 73,6 | 34,6 | 26,8 | 4,5 | -4,1 | 51,8 | 60,4 | 44,1 | 71,8 | 39,6 | 75,9 | 15,4 | -0,7 | 37,7 | -1,4 | 39,2 |
| 30 | 60 | 56,3 | 120 | 10 | 16,1 | 47,5 | 77,5 | 36,0 | 26,3 | 5,7 | -5,1 | 50,7 | 61,4 | 41,5 | 76,1 | 35,8 | 81,2 | 17,2 | -2,7 | 43,1 | -5,8 | 49,0 |
|    |    |      |     |    |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 0  | 19,3 | 60   | 60   | 35   | 35   | 0   | 0    | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 54,8 | 10,7 | 10,7 | 24,1 | 24,1 | 0    |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 1  | 19,3 | 58,8 | 61,3 | 35,5 | 34,5 | 0,7 | -0,7 | 54,2 | 55,5 | 53,3 | 56,4 | 52,7 | 57,0 | 11,9 | 9,5  | 27,1 | 21,1 | 6,0  |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 2  | 19,3 | 57,6 | 62,6 | 36,0 | 34,0 | 1,3 | -1,3 | 53,5 | 56,1 | 51,9 | 57,9 | 50,5 | 59,2 | 13,1 | 8,3  | 30,2 | 18,2 | 12,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 3  | 19,3 | 56,5 | 63,9 | 36,6 | 33,6 | 2,0 | -1,9 | 52,8 | 56,8 | 50,5 | 59,5 | 48,4 | 61,5 | 14,3 | 7,0  | 33,3 | 15,3 | 18,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 4  | 19,3 | 55,4 | 65,3 | 37,1 | 33,2 | 2,7 | -2,6 | 52,1 | 57,4 | 49,1 | 61,2 | 46,4 | 63,7 | 15,4 | 5,8  | 36,4 | 12,5 | 24,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 5  | 19,3 | 54,3 | 66,7 | 37,7 | 32,8 | 3,4 | -3,2 | 51,4 | 58,0 | 47,7 | 62,8 | 44,3 | 66,0 | 16,6 | 4,5  | 39,6 | 9,7  | 30,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 6  | 19,3 | 53,3 | 68,1 | 38,3 | 32,4 | 4,1 | -3,8 | 50,7 | 58,6 | 46,4 | 64,6 | 42,3 | 68,4 | 17,7 | 3,2  | 42,9 | 6,9  | 36,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 7  | 19,3 | 52,3 | 69,6 | 38,9 | 32,0 | 4,8 | -4,4 | 50,0 | 59,3 | 45,2 | 66,3 | 40,3 | 70,7 | 18,8 | 2,0  | 46,2 | 4,2  | 42,0 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 8  | 19,3 | 51,3 | 71,1 | 39,5 | 31,7 | 5,6 | -5,0 | 49,3 | 59,9 | 43,9 | 68,1 | 38,3 | 73,1 | 19,9 | 0,7  | 49,6 | 1,5  | 48,1 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 9  | 19,3 | 50,4 | 72,7 | 40,2 | 31,4 | 6,3 | -5,7 | 48,5 | 60,5 | 42,7 | 69,9 | 36,4 | 75,6 | 21,0 | -0,6 | 53,0 | -1,2 | 54,2 |
| 35 | 60 | 54,8 | 120 | 10 | 19,3 | 49,5 | 74,2 | 40,8 | 31,1 | 7,1 | -6,2 | 47,8 | 61,1 | 41,5 | 71,8 | 34,5 | 78,0 | 22,0 | -1,8 | 56,5 | -3,8 | 60,3 |

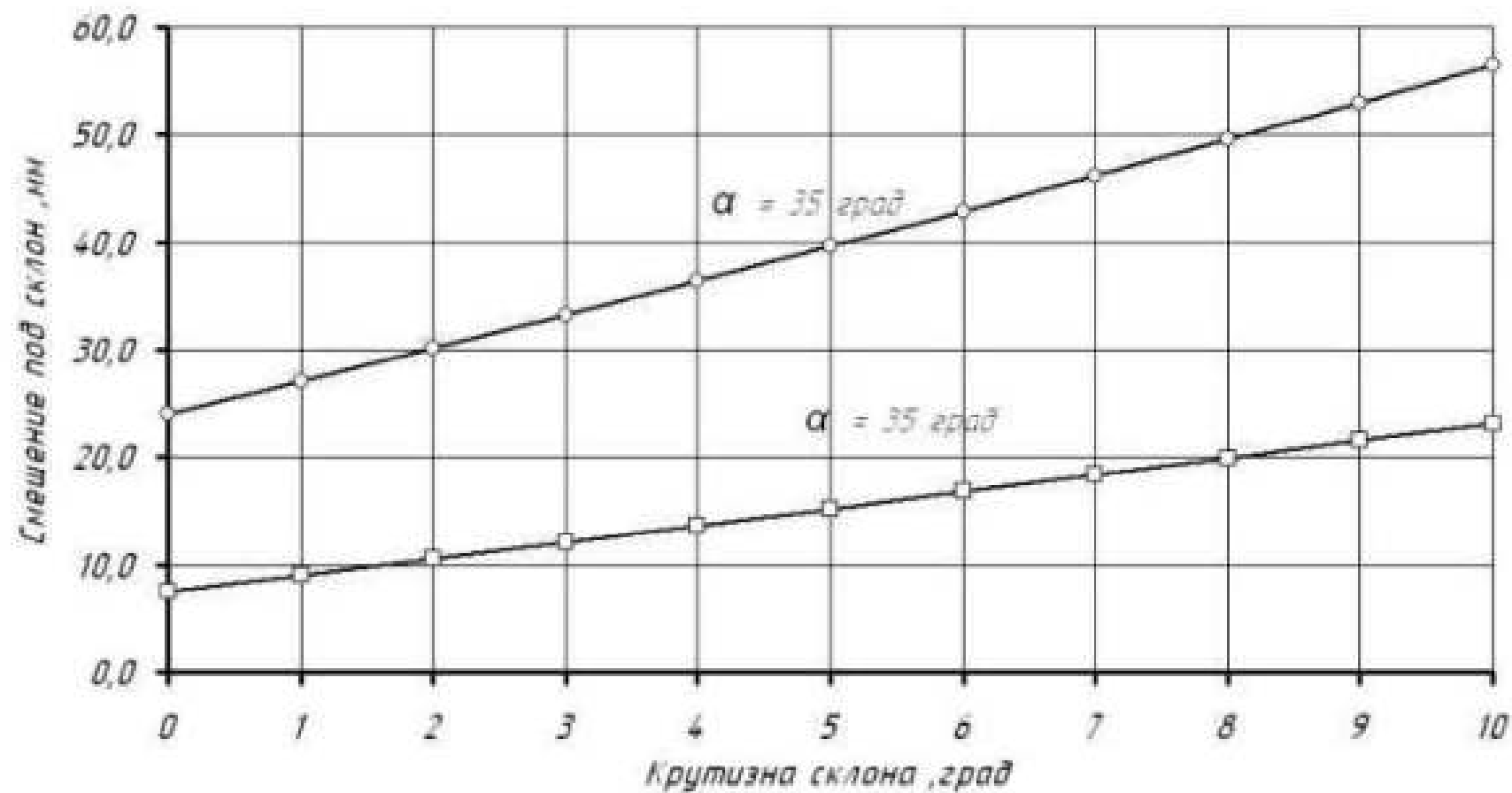


Рисунок 2.5 – Зависимость смещения почвы вниз по склону от крутизны склона

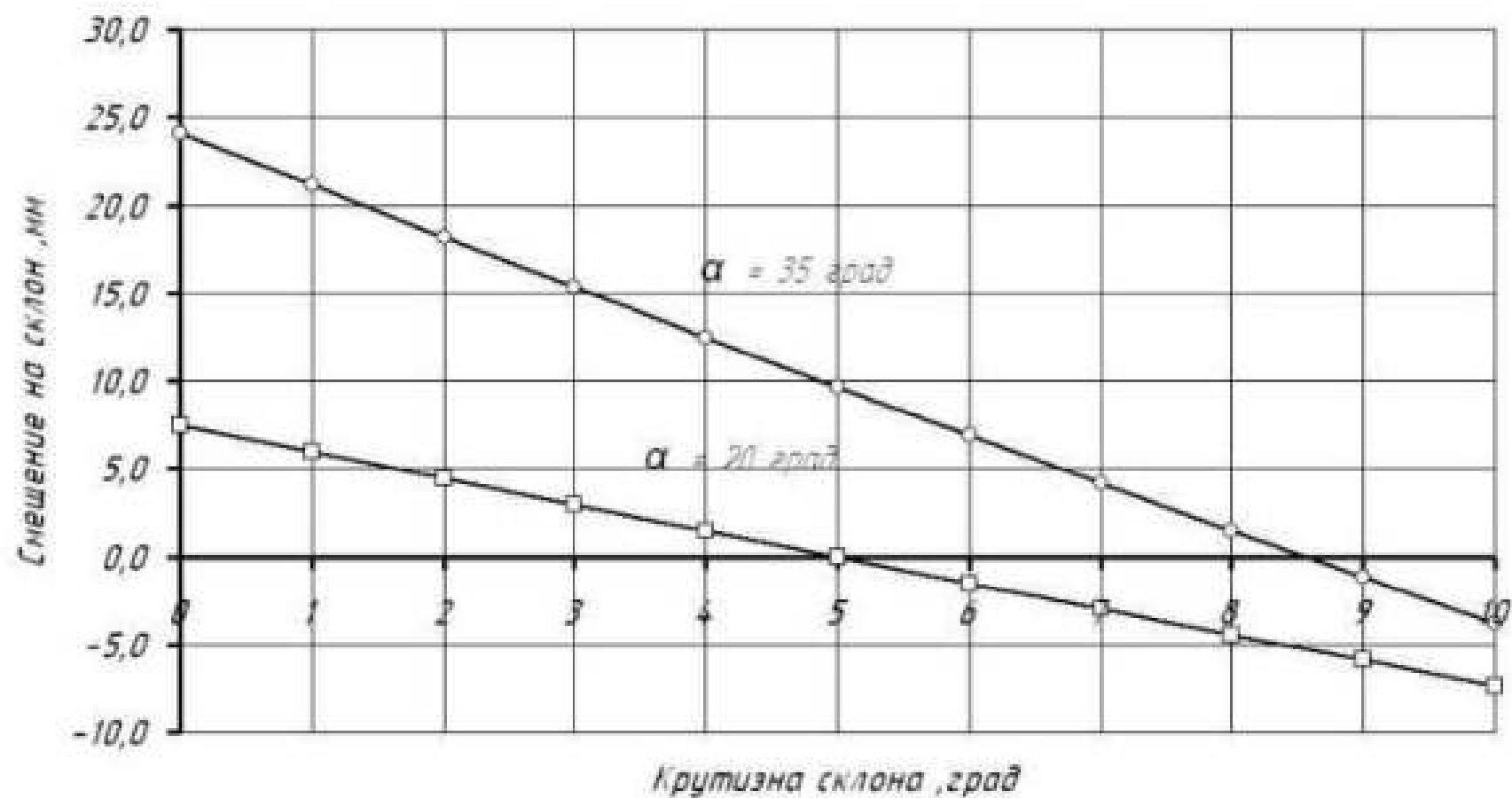


Рисунок 2.6 – Зависимость смещения почвы вверх по склону от крутизны склона

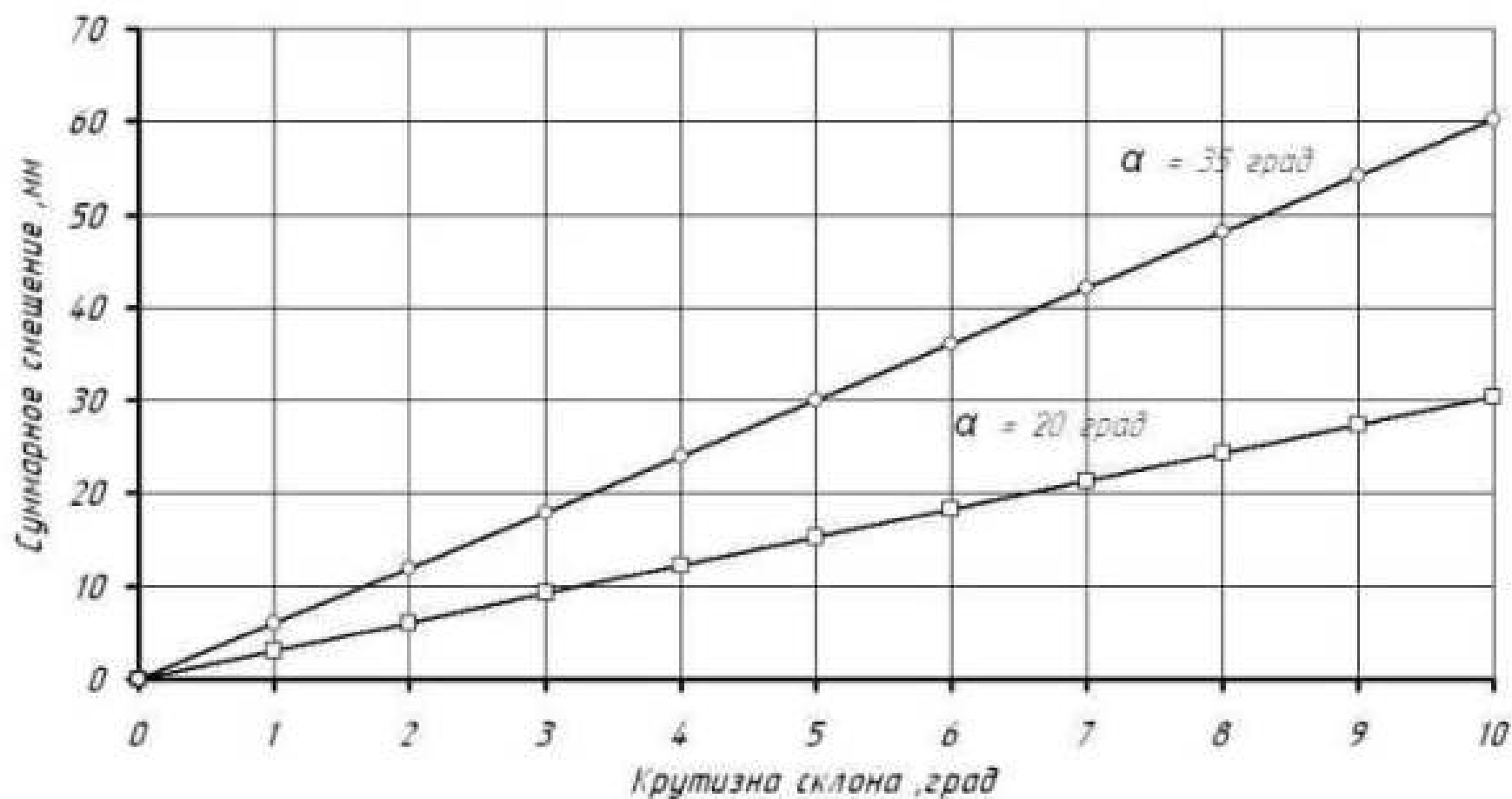


Рисунок 2.7 – Зависимость суммарного смещения почвы по склону от крутизны склона



Из графиков видно, что увеличение крутизны склона ведет к увеличению смещения почвы под склон нижним крылом лапы культиватора ( $\Delta_1$ ) и уменьшению смещения почвы вверх по склону верхним крылом лапы культиватора ( $\Delta_2$ ), что ведет к увеличению механической эрозии ( $\Delta$ ). Рассматривая графики, также замечаем, что увеличение угла  $\varepsilon$  ведет к увеличению механической эрозии, а изменение угла  $\gamma$  практически не влияет на величину механической эрозии.

Таким образом, на величину механической эрозии почвы при обработке склонов рабочими органами, имеющими форму трехгранного клина, оказывают влияние крутизна склона ( $\alpha$ ), конструктивный угол постановки лемеха к дну борозды ( $\varepsilon$ ) и ширина рабочего органа ( $L$ ).

### 2.3 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 движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для выпускников должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Разработка культиватора-плоскореза для обработки склоновых полей

Культиватор предназначен для основной и предпосевной обработки почвы с оставлением на ее поверхности стерни зерновых культур. Агрегатируется с тракторами класса 3.

Целью реконструкции культиватора является создание машины, имеющей возможность предотвращения механической эрозии почвы при обработке почв на склонах со средним уклоном от 3-х до 5-ти градусов.

Наиболее эффективными в северной лесостепи являются севообороты зернотравянопропашные, зернопропашные. Например, шестипольный:

1— горох, однолетние травы, 2—озимая рожь, 3 — яровая пшеница, 4 — подсолнечник и кукуруза на силос, 5 — яровая пшеница, 6— ячмень и овес.

Реконструируемый культиватор-плоскорез КП-5С может использоваться в системе машин для возделывания яровой пшеницы в условиях лесостепи. В таблице 4.1 приведена модель системы обработки почвы в шестипольном севообороте при почвозащитной технологии возделывания озимой пшеницы на склоновых полях в условиях Республики Татарстан.

Шифр зон по системе машин 1-5.

Предполагаемый объем работ 7000 га.

|             |               |           |         |       |                                  |               |      |        |
|-------------|---------------|-----------|---------|-------|----------------------------------|---------------|------|--------|
|             |               |           |         |       | ВКР 35.03.06.358.20.00.00.000.КП |               |      |        |
| Изм.        | Лист          | Из докум. | Подпись | Дата  | Конструкторская<br>часть         | Лист          | Лист | Листов |
| Разработ.   | Ландман И.Ф.  |           |         | 04.24 |                                  | ВКР           | 1    | 10     |
| Руковод.    | Михайлин Г.Г. |           |         | 04.24 |                                  | Казанский ГАУ |      |        |
| Конструктор |               |           |         |       |                                  |               |      |        |
| Механик     | Михайлин Г.Г. |           |         | 04.24 |                                  |               |      |        |
| Зам. каф.   | Михайлин Г.Г. |           |         | 04.24 |                                  |               |      |        |

Таблица 3.1 – Модель системы обработки почвы в 6-ти польном севообороте.

| <u>Технологиче</u><br><u>ские</u><br><u>операции</u>                 | <u>Сроки выполнения</u>                                                 |                                                                              | <u>Агротехниче</u><br><u>ские</u><br><u>требования и</u><br><u>режимы</u><br><u>работы</u> | <u>Марки</u>                           |                            | Приме<br>чани<br>е |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|--------------------|
|                                                                      | <u>Ориентиро</u><br><u>вочный</u><br><u>календарн</u><br><u>ый срок</u> | <u>Количес</u><br><u>тво</u><br><u>календа</u><br><u>рных</u><br><u>дней</u> |                                                                                            | <u>С/х</u><br><u>машин</u><br><u>ы</u> | <u>Тракто</u><br><u>ра</u> |                    |
| <u>1</u>                                                             | <u>2</u>                                                                | <u>3</u>                                                                     | <u>4</u>                                                                                   | <u>5</u>                               | <u>6</u>                   | <u>7</u>           |
| <u>Плоскорезна</u><br><u>я обработка</u>                             | <u>сентябрь</u>                                                         | <u>10</u>                                                                    | <u>глубина 14-</u><br><u>16 см</u>                                                         | <u>КП-5С</u>                           | <u>Т-</u><br><u>150К</u>   |                    |
| <u>Боронование</u>                                                   | <u>25.04 –</u><br><u>1.05</u>                                           | <u>3</u>                                                                     | <u>глубина 5-7</u><br><u>см</u>                                                            | <u>БИГ-3А</u>                          | <u>Т-</u><br><u>150К</u>   |                    |
| <u>Предпосевна</u><br><u>я</u><br><u>культивация</u>                 | <u>5.05 –</u><br><u>10.05</u>                                           | <u>5</u>                                                                     | <u>глубина 5-7</u><br><u>см</u>                                                            | <u>КПЭ-</u><br><u>3,8А</u>             | <u>Т-</u><br><u>150К</u>   |                    |
| <u>Посев</u>                                                         | <u>5.05 –</u><br><u>10.05</u>                                           | <u>5</u>                                                                     | <u>глубина 5 - 6</u><br><u>см поперек</u><br><u>склона</u>                                 | <u>СЗП-</u><br><u>3,6</u>              | <u>Т-</u><br><u>150К</u>   |                    |
| <u>Уборка</u><br><u>прямым</u><br><u>комбайниров</u><br><u>анием</u> | <u>15.08 –</u><br><u>22.08</u>                                          | <u>7</u>                                                                     |                                                                                            | <u>СК-5</u>                            |                            |                    |

Данная схема предусматривает применение плоскорезной обработки, начиная с парового поля.

|     |      |         |         |      |                                          |      |
|-----|------|---------|---------|------|------------------------------------------|------|
|     |      |         |         |      | <i>ВКР 35.03.06.358.20.00.00.000.КП7</i> | Лист |
| Мен | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                          | 2    |

Культиватор - плоскорез КП-5С предназначен для использования в зонах со средним уклоном почв от 3-х до 5-ти градусов. К таким зонам можно отнести территорию Республики Татарстан.

Разработанная модернизация в конструкции рабочих органов культиватора позволяет использовать его на склоновых полях без проявления механической эрозии почвы.

Основной принцип работы разработанного культиватора – плоскореза заключается в изменении угла установки лемехов ко дну борозды с помощью системы тяг, причем процесс изменения угла наклона одного лемеха происходит противоположно другому. При работе лемеха устанавливаются следующим образом лемех с большим углом наклона располагается выше по склону, а с меньшим углом – наоборот, при смене движения машины необходимо выполнить переустановку углов лемехов с помощью гидросистемы трактора. В зависимости от крутизны склона имеется возможность отрегулировать пределы изменения углов установки лемеха ко дну борозды.

На разрабатываемой машине, как на базовой, имеется возможность установки сменных рабочих органов – щелевателей. Это позволяет значительно расширить диапазон применения машин на щелевании склонов, многолетних трав, заболоченных и залуженных полей.

Таблица 3.2 – Техническая характеристика культиватора - плоскореза КП-5С

| Показатели                                   | Значения          |
|----------------------------------------------|-------------------|
| 1                                            | 2                 |
| Тип машины                                   | Навесной          |
| Агрегатируется                               | С тракторами кл.3 |
| Ширина захвата, м                            |                   |
| - конструктивная                             | 4,55              |
| - рабочая                                    | 4,55              |
| Количество персонала, обслуживающего агрегат | 1                 |

|     |      |         |         |      |                                          |      |
|-----|------|---------|---------|------|------------------------------------------|------|
|     |      |         |         |      | <b>ВКР 35.03.06. 358.20.00.00.000.КП</b> | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подпись | Дата |                                          | 3    |

| 1                                                                                     | 2      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Габаритные размеры агрегата (с трактором Т – 150К в транспортном положении), мм       |        |
| - длина                                                                               | 7570   |
| - ширина                                                                              | 4550   |
| - высота                                                                              | 3165   |
| Дорожный просвет, мм                                                                  | 300    |
| Фактические пределы регулирования рабочих органов,                                    |        |
| по глубине, см                                                                        | 6...30 |
| Расстояние между рядами рабочих органов в продольной плоскости (по ходу агрегата), мм | 450    |
| Количество рабочих органов (корпусов), шт                                             | 5      |
| Расстояние от опорной плоскости рабочего органа до нижней плоскости рамы, мм          | 550    |
| Ширина захвата рабочего органа, мм                                                    | 970    |
| Перекрытие рабочих органов, мм                                                        | 100    |
| Пределы изменения углов установки лемехов к дну борозды, град                         | 7570   |
| Производительность основного времени в час, га                                        | 4550   |
| Сменные приспособления                                                                | 3165   |
| Угол между лемехами (в плане), град                                                   |        |
| Тип привода                                                                           |        |
| Тип соединения машины с энергосредством (трактором)                                   |        |

Технические условия распространяются на культиваторы – плоскорезы, предназначенные для безотвальной обработки почвы.

Агрегатируются культиваторы – плоскорезы с тракторами класса 3 (ДТ-75, Т-150, Т-150К, ВТ-100).

По согласованию с заказчиком культиваторы – плоскорезы могут быть укомплектованы двумя типами рабочих органов. Корпусами для безотвальной обработки почвы на глубину 8...16 см и сменными рабочими органами для нарезки щелей на глубину до 30 см – щелерезами.

Культиваторы в зависимости от вида установленных на них рабочих органов могут выполнять следующие агротехнические операции:

- безотвальное рыхление почвы на глубину до 8...16 см с полным подрезанием сорной растительности,
- культивацию чистых паров,
- щелевание почвы (нарезку щелей) на глубину до 30 см для разуплотнения почвы, уничтожения плужной подошвы, предотвращения водной эрозии.

Допускается работа культиваторов на склонах до  $10^\circ$ .

Вид климатического исполнения и категория размещения при эксплуатации VI по ГОСТ 15150-69.

## 3.2 Конструктивные расчеты

### 3.2.1 Определение усилий, действующих на механизм

На рабочий орган культиватора действуют силы, приложенные, в основном, к лемехам. На рисунке 3.1 показана силовая характеристика рабочего органа.

Сила  $R_{\Sigma}$  расположена в продольно – вертикальной плоскости симметрии лемеха 1 (рисунок 3.1). проекция этой силы на ось  $z$  (сила  $R_z$ ) характеризует способность рабочего органа заглубляться, а проекция на ось  $x$  (сила  $R_x$ ), составляет тяговое сопротивление рабочего органа. Сила  $N$  – нормальная составляющая реакции почвы [2].

|      |      |          |         |      |                                   |      |
|------|------|----------|---------|------|-----------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ВКР 35.03.06. 358.20.00.00.000.КП | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                   | 5    |

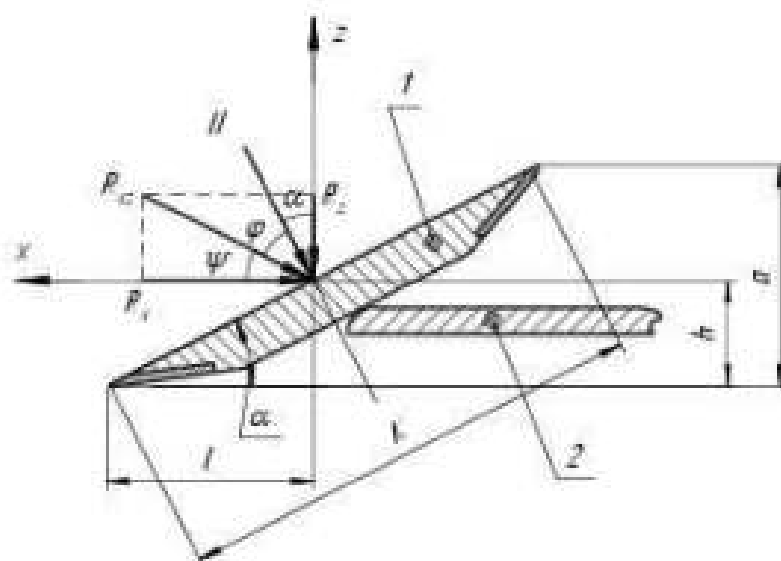


Рисунок 3.1 Силовая характеристика рабочего органа

В предлагаемой конструкции при работе происходит изменение углов установки к дну борозды, поэтому изменяется величина расстояния точки приложения силы  $R_c$  до дна борозды  $h$ , для правого –  $h_{\text{пр}}$ , для левого –  $h_{\text{л}}$  эти величины будут отличаться

$$h_n = (0,5 \dots 0,3) \cdot K \cdot \sin \alpha_n, \quad (3.1)$$

где  $K$  – ширина лемеха, мм

$\alpha_n$  – угол установки к дну борозды правого лемеха, град.

Согласно п. 3  $\alpha_n = 35^\circ$ ,  $K=120$  мм, тогда

$$h_n = (0,5 \dots 0,3) \cdot 120 \cdot \sin 35^\circ = 34,4 \dots 20,6 \text{ мм}$$

Для левого лемеха

$$h_n = (0,5 \dots 0,3) \cdot K \cdot \sin \alpha_n, \quad (3.2)$$

где  $\alpha_n$  – угол установки к дну борозды левого лемеха, град

$\alpha_n = 20^\circ$ , тогда

$$h_n = (0,5 \dots 0,3) \cdot 120 \cdot \sin 20^\circ = 20,5 \dots 12,3 \text{ мм}$$

Тяговое сопротивление для правого лемеха находим по формуле [2]:

$$R_{\text{тн}} = k \cdot a_n \cdot e', \quad (3.3)$$

где  $k$  – удельное тяговое сопротивление культиватора – плоскореза, Н/см<sup>2</sup>,

|      |      |             |         |      |
|------|------|-------------|---------|------|
|      |      |             |         |      |
| Изм. | Лист | М. безразл. | Подпись | Дата |

ВКР 35.03.06 358.20.00.00.000.КП

Лист

6

$e'$  - ширина захвата лемеха, см

$a_n$  - высота правого лемеха по крайним точкам в вертикальной плоскости, см

Для левого лемеха

$$R_{\text{л}} = \kappa \cdot a_{\text{л}} \cdot e', \quad (3.4)$$

где  $a_{\text{л}}$  - высота левого лемеха по крайним точкам в вертикальной плоскости, см

$$a_n = \kappa \cdot \sin \alpha_n = 120 \cdot \sin 35^\circ = 6,88 \text{ см}$$

$$a_{\text{л}} = \kappa \cdot \sin \alpha_{\text{л}} = 120 \cdot \sin 20^\circ = 4,1 \text{ см}$$

Величина удельного сопротивления для культиватора составляет 4,05 Н/см<sup>2</sup>,  $e' = 48,5$  см, тогда

$$R_{\text{н}} = 4,05 \cdot 6,88 \cdot 48,5 = 1,35 \text{ кН}$$

$$R_{\text{л}} = 4,05 \cdot 4,1 \cdot 48,5 = 0,8 \text{ кН}$$

На рисунке 3.2 показана схема образования крутящего момента, передающегося на стойку рабочего органа

$$M = (R_{\text{н}} - R_{\text{л}}) \cdot \Delta$$

где  $\Delta$  - плечо действия разности сил  $R_{\text{н}}$  и  $R_{\text{л}}$ .

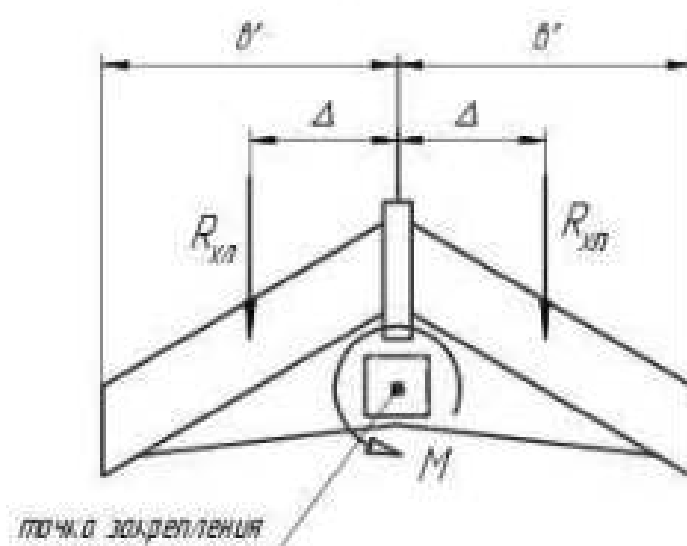


Рисунок 3.2 Схема образования крутящего момента

$$\Delta = e'/2 = 48,5/2 = 24,25 \text{ мм} \quad \text{тогда}$$

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |

ВКР 35.03.06 358.20.00.00.000.КП

Лист

7



$$M = (1,35 - 0,8) \cdot 242,5 = 133,4 \text{ кН}\cdot\text{мм}$$

Нормальную составляющую реакции опоры для правого лемеха  $N$ , кН находим по формуле:

$$N_n = \cos(90^\circ - \alpha_0) \cdot R_{nn} \quad (3.5)$$

Для левого лемеха

$$N_n = \cos(90^\circ - \alpha_0) \cdot R_{nn} \quad (3.6)$$

$$N_n = \cos(90^\circ - 35) \cdot 1,35 = 0,78 \text{ кН}$$

$$N_n = \cos(90^\circ - 20) \cdot 0,8 = 0,27 \text{ кН}$$

### 3.2.2 Расчет элементов механизма

#### 3.2.2.1 Определение геометрических размеров участков механизма

В целях удобства расчета представим механизм в виде пространственной стержневой системы, изображенной на рисунке 3.3.

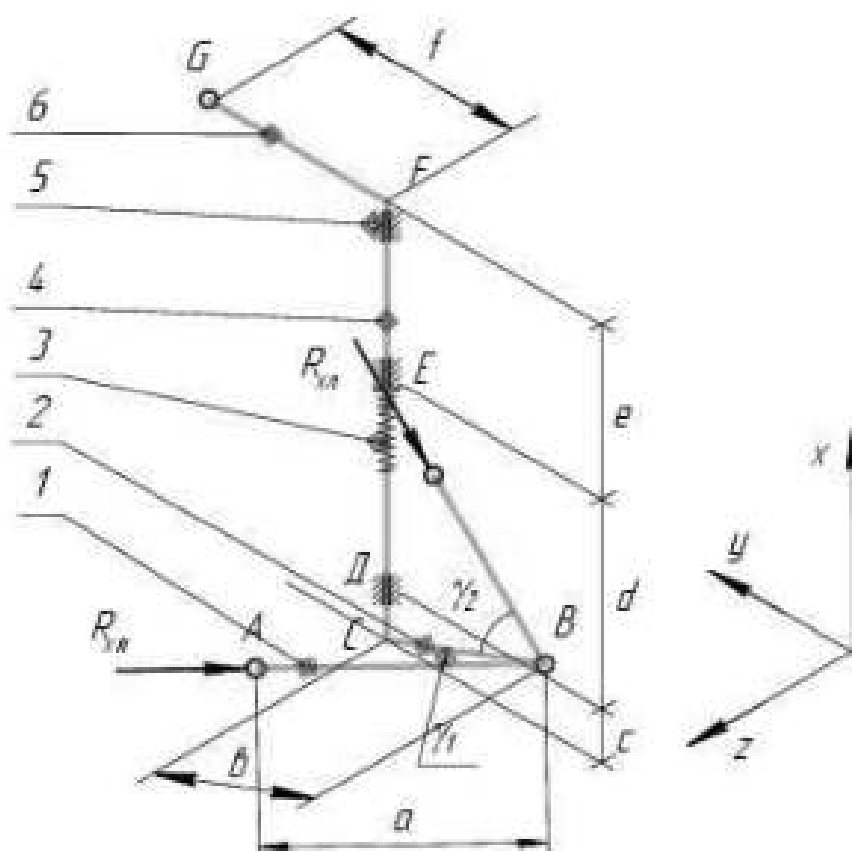


Рисунок 3.3 – Упрощенная схема системы тяг и рычагов

1 – сборная тяга привода клина.

|      |      |             |         |      |
|------|------|-------------|---------|------|
| Изм. | Лист | М. безразм. | Подпись | Дата |
|      |      |             |         |      |

ВКР 35.03.06 358.20.00.00.000.КП

Лист

8

- 2 – нижний рычаг,
- 3 – предохранительная пружина,
- 4 – центральный стержень,
- 5 – точка опоры (шарнир),
- 6 – верхний рычаг.

Стержневую систему разобьем на 4 участка  $AB$ ,  $BC$ ,  $CF$ ,  $FG$

### 3.2.2.2 Определение геометрических параметров сечения участка $AB$

Принимаем Сечение участка – круглое, материал – сталь 20,  $[\sigma_{сж}] = 220$  МПа

На участке  $AB$  действуют только продольные силы  $N$ , равные  $N = R_{ш} = 1,35$  кН

Расчет произведем из условия

$$\sigma = N / A \leq [\sigma_{сж}], \quad (3.7)$$

где  $A$  – площадь сечения участка,  $\text{мм}^2$ ,

$[\sigma_{сж}]$  – допускаемое напряжение сжатия, МПа.

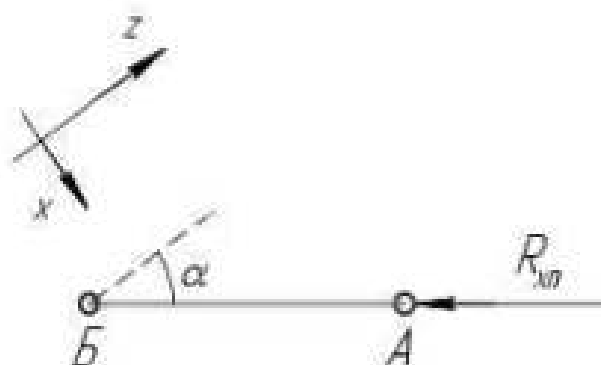


Рисунок 3.4 Участок  $AB$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.8)$$

где  $d$  – диаметр стержня участка, мм

$$[\sigma_{сж}] = \sigma_T / s,$$

где  $s$  – коэффициент безопасности.

$$s = 2,5 \dots 3,5 \cdot |l|$$

Принимаем  $s = 3$

$$[\sigma_{сж}] = 220/3 = 75 \text{ МПа}$$

Подставим в формулу 6.7 выражение 6.8 и выразим из нее  $d$ :

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot N}{\pi [\sigma_{сж}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1350}{\pi \cdot 75}} = 5 \text{ мм}$$

По конструктивным соображениям принимаем  $d = 16 \text{ мм}$

### 3.2.2.3 Определение параметров сечения участка BC.

Расчетная схема приведена на рисунке 3.5.

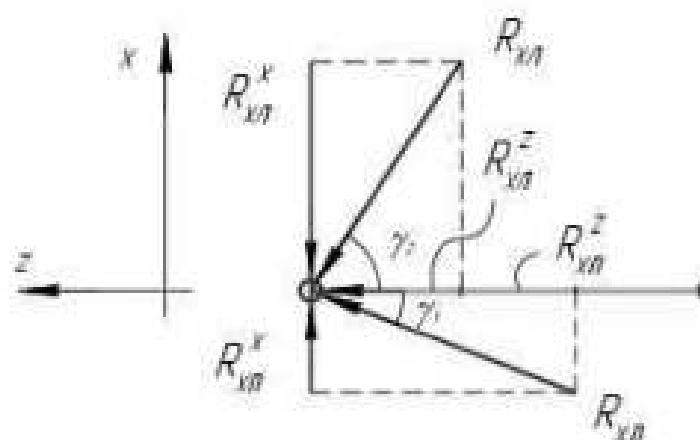


Рисунок 3.5 Расчетная схема участка BC

$\gamma_1, \gamma_2$  - параметры, определенные из сборочного чертежа рабочего органа.

Определим проекции сил на оси  $x$  и  $z$ :

$$R_{x1}^x = R_{x1} \cdot \sin \gamma_2 = 0,8 \cdot \sin 33^\circ = 0,44 \text{ кН}$$

$$R_{x2}^x = R_{x2} \cdot \cos \gamma_2 = 0,8 \cdot \cos 33^\circ = 0,67 \text{ кН}$$

$$R_{y1}^x = R_{y1} \cdot \sin \gamma_1 = 1,35 \cdot \sin 7^\circ = 1,65 \text{ кН}$$

$$R_{y2}^x = R_{y2} \cdot \cos \gamma_1 = 1,35 \cdot \cos 7^\circ = 1,34 \text{ кН}$$

Определяем результирующие силы по осям

$$R^x = R_{y1}^x - R_{x2}^x = 1,65 - 0,44 = 1,21 \text{ кН}$$

$$R^2 = R^2_{\text{un}} - R^2_{\text{in}} = 1.34 - 0.67 = 0.67 \text{ kH}$$

Изгибающий момент, действующий в т. С равен

$$M = R^3 \cdot b = 1.21 \cdot 91 = 110 \text{ кН} \cdot \text{мм}$$

### Продольные силы в сечении стержня

$$N = R = 0.67 \text{ kH}$$

Опасное сечение участка  $BC$  лежит в точке  $C$

### Расчет ведомиз условия

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_M \leq |\sigma|, \quad (3.9)$$

где  $\sigma_0$  – максимальное напряжение от продольных сил в сечении, МПа;

$\sigma_M$  – максимальное напряжение от изгибающих моментов, МПа.

$$[\sigma] = \sigma_{\pi} / S = 450 / 3 = 150 \text{ МПа}$$

$$\sigma_v = N/A \quad A = b \cdot h$$

$\sigma_M = M/W$ ,  $W = h \cdot b^2/6$ , тогда

$$\frac{N}{b_c \cdot h_c} + \frac{6 \cdot M}{h_c \cdot b_c^2} \leq [\sigma], \quad (3.10)$$

В результате преобразований получим

$$h \geq \frac{b_c \cdot N + 6 \cdot M}{b_c^2 \cdot [\sigma]}, \quad (3.11)$$

$$h \geq \frac{20 \cdot 670 + 6 \cdot 110000}{20^2 \cdot 150} = 10 \text{ mm}$$

Принимаем  $h = 10 \text{ мм}$

#### 3.2.2.4 Расчёт штифтового соединения

Материал деталей шлицевого соединения – сталь 40Х

Расчетная схема представлена на рисунке 3.6

Расчёт шлицевого соединения выполняем по упрощённой схеме, в которой принято равномерное распределение нагрузки по длине зубьев. При этом

|     |         |          |         |      | <i>BKP 35.03.06 358.20.00.00.000.KP</i> | Лист |
|-----|---------|----------|---------|------|-----------------------------------------|------|
|     |         |          |         |      |                                         | 11   |
| Имя | Фамилия | № докум. | Подпись | Дата |                                         |      |



$$d_{cp} = 0.5 \cdot (D + d) , \quad (3.14)$$

$$d_{cp} = 0.5 \times (54 + 42.7) = 48.35 \text{ мм.}$$

Для тяжёлых условий эксплуатации и неподвижного типа соединения при HRC35...40 деталей шлицевого соединения  $[\sigma_{см}] = 40 \dots 70 \text{ МПа}$  принимаем  $[\sigma_{см}] = 60 \text{ МПа}$

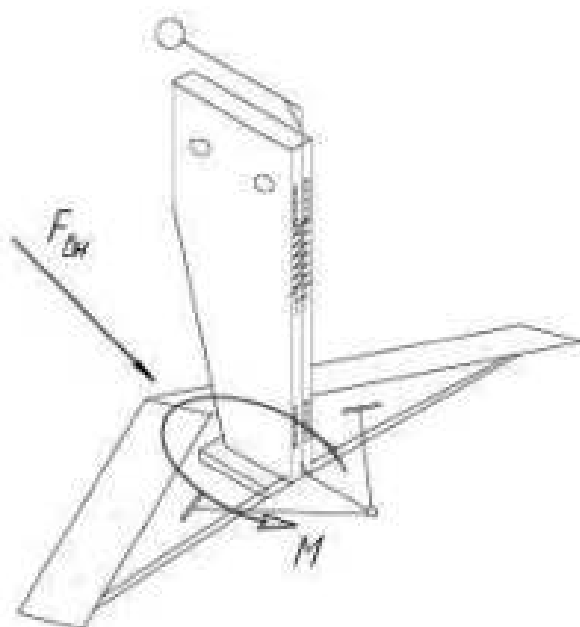
$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 10^3}{0.8 \cdot 6 \cdot 4.65 \cdot 48.35 \cdot 40} = 13.8 \text{ МПа,}$$

$\sigma_{см} = 60 \text{ МПа} = 60 \text{ МПа} = [\sigma_{см}]$  - из этого следует, что состояние предельное. Принимаем в качестве материала сталь 45, для которой  $[\sigma_{см}] = 80 \text{ МПа}$  в таком случае прочность шлицевого соединения будет обеспечена.

### 3.2.2.5 Расчет болтов крепления стойки к лапе

Исходные величины  $F_{ш} = R_m + R_m = 1.35 + 0.8 = 2.15 \text{ кН}$ , количество болтов крепления  $z = 4$ , вращающий момент на лапе  $M = 133.4 \text{ кН} \cdot \text{мм}$

$$\alpha = 60^\circ, \beta = 40^\circ, a = 40 \text{ мм}, e = 68 \text{ мм} \quad [\sigma_v] = 220 \text{ МПа}$$



|      |      |           |         |      |
|------|------|-----------|---------|------|
|      |      |           |         |      |
| Изм. | Лист | из докум. | Подпись | Дата |

ВКР 35.03.06. 358.20.00.00.000.КП

Лист

13



Суммарная сила, действующая на болт в плоскости стыка находится по теореме косинуса

$$F_c = \sqrt{F_r'^2 + F_i'^2 + 2 \cdot F_r' \cdot F_i' \cdot \cos \gamma} = \\ = \sqrt{0.31^2 + 0.33^2 + 2 \cdot 0.31 \cdot 0.33 \cdot \cos 30^\circ} = 0.38 \text{ кН}$$

Определим максимальную силу, действующую на какой – либо болт, для этого место болта представим в виде опоры, а стык – в виде балки (см рисунок 3.9), тогда

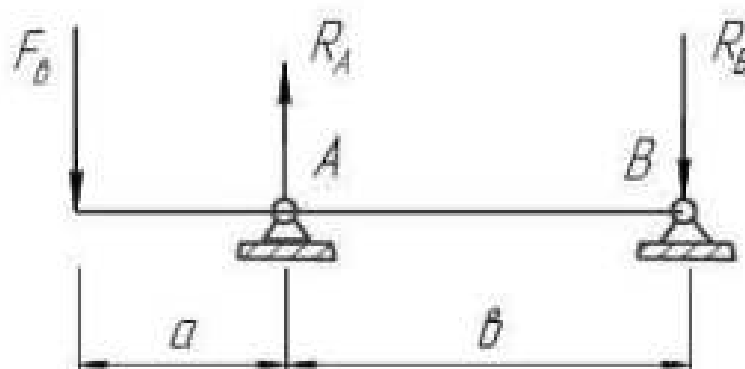


Рисунок 3.9 Балка – стык

$$\sum M_A = 0: F_c \cdot a - R_B \cdot b = 0,$$

отсюда

$$R_B = F_c \cdot a / b = 1,08 \cdot 40 / 68 = 0,64 \text{ кН}$$

$$\sum M_B = 0: F_c \cdot (a + b) - R_A \cdot b = 0$$

$$R_A = F_c \cdot (a + b) / b = 1,08 \cdot (40 + 68) / 68 = 1,03 \text{ кН}$$

Принимаем  $R_{\max} = R_A = 1.03 \text{ кН}$

Определим максимальную потребную силу затяжки.

а) По условию нераскрытия стыка

$$F_{\text{зат}} = K_{\text{зат}} \cdot R_{\max}, \quad (3.15)$$

где  $K_{\text{зат}}$  – коэффициент затяжки.

При постоянной нагрузке  $K_{\text{зат}} = 1,25 - 2$  (С. 41, /7/), тогда

$$F_{\text{зат}} = (1,25 \dots 2) \cdot 1,03 = 1,63 \dots 2,6 \text{ кН}$$

б) По условию неподвижности стыка

|      |      |          |         |      |
|------|------|----------|---------|------|
|      |      |          |         |      |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |





Из формулы 3.18 выразим  $d_1$ :

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{рас}}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5200}{\pi \cdot 55}} = 10,97 \text{ мм}$$

Принимаем болт М14, для которого  $d_1 = 11,835$ ,  $d_2 = 12,701$  мм  $S = 2$ .

По конструктивным соображениям принимаем болт М22 в целях повышения надежности.

### 3.3 Обеспечение безопасности труда

Процесс управления охраной труда в структурных подразделениях (цехах, участках, бригадах, службах) и завода в целом состоит в осуществлении следующих функций:

- контроль и анализ состояния охраны труда,
- планирование организационно-технических мероприятий по охране труда,
- воспитание у работников чувства ответственности за соблюдение правил и норм охраны труда,
- стимулирование уровня организации и охраны труда.

Основными видами контроля являются:

- оперативный контроль руководителя работ и других должностных лиц,
- административно-общественный (трехступенчатый) контроль,
- контроль, осуществляемый службой охраны труда завода,
- ведомственный контроль вышестоящих органов,
- контроль, осуществляемый органами государственного надзора и технической инспекцией труда.

Цель управления охраной труда достигается на основе решения следующего комплекса задач:

- обеспечение безопасности производственного оборудования,
- обеспечение безопасности производственных процессов,





подразделениями службам завода, участвующим в решении задач управления

Планирование работ по охране труда осуществляется по следующим направлениям на основе разработки планов

- перспективных (пятилетних) - комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно - оздоровительных мероприятий, являющихся составной частью планов экономического и социального развития завода,

- текущих (годовых) - планов мероприятий по охране труда включаемых в соглашения по охране труда для заключения коллективных договоров

- оперативных (квартальных, месячных) - планов по цехами участкам

При разработке пятилетнего комплексного плана руководствуются рекомендациями по разработке комплексных планов улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий.

Состояние охраны труда в цехе определяется совокупностью различных показателей. Используется обобщенный коэффициент уровня охраны труда ( $K_{от}$ ), который является в свою очередь среднеарифметической величиной трех других коэффициентов:

- коэффициента уровня соблюдения правил охраны труда работающими ( $K_{сн}$ ),
- коэффициента технической безопасности ( $K_{тб}$ ),
- коэффициента выполнения плановых работ по охране труда ( $K_{пл}$ ).

Коэффициент уровня охраны труда разработан с учетом работы отраслевых предприятий и методической рекомендацией по организации и внедрению системы управления охраной труда на предприятии, научно-исследовательского института охраны труда.

Значения коэффициентов определяется в третьей декаде месяца комиссией в составе представителя администрации цеха, председателя комиссии по ОТ цехкома и инженера ОТБ. Проверка комиссией проводится без предварительного уведомления коллектива цеха.



Коэффициент технической безопасности ( $K_{TB}$ ) определяется как отношение числа технически исправных и соответствующих требованиям безопасности труда единиц оборудования к общему их количеству, установленному в цехе. При определении значения  $K_{TB}$  в состав комиссии могут быть введены представители энерго-механического отдела, отдела главного технолога и т. д.

Комиссия после проверки заполняет карту технической безопасности участка.

После подсчета  $K_{TB}$  по участкам комиссия составляет карту технической безопасности цеха, значение которого помещается на стенде.

Коэффициент выполнения плановых работ по охране труда ( $K_{длп}$ ) определяется отношением фактически выполненных и предусмотренных на данный месяц мероприятий:

- по плану работы на месяц,
- по соглашению по охране труда к коллективному договору,
- по предписаниям органов госнадзора, вышестоящих органов и ОТБ завода,
- по актам Н-1 и спецрасследований несчастных случаев,
- по приказам и распоряжениям по заводу.

После проверки комиссия составляет карту состояния выполнения плановых работ по охране труда.

### 3.4 Определение затрат на реконструкцию культиватора-плоскореза

Затраты на реконструкцию  $З_{рек}$  [ руб ] культиватора – плоскореза определяются по формуле:

$$З_{рек} = B_{мод} - B_0, \quad (3.19)$$

где  $B_{мод}$  – балансовая стоимость модернизированного культиватора – плоскореза, руб,

$B_0$  – балансовая стоимость базовой модели, руб

Балансовая стоимость базовой модели культиватора – плоскореза

$$B_c = 180700 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость модернизированного культиватора – плоскореза

$$B_{\text{мод}} = B_c + C_k + C_{\text{од}} + C_{\text{по}} + C_{\text{сб}} + C_{\text{оп}}, \quad (3.20)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.

$C_{\text{од}}$  – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб.

$C_{\text{по}}$  – стоимость покупных изделий, руб.

$C_{\text{сб}}$  – заработная плата рабочих, занятых на сборке, руб.

$C_{\text{оп}}$  – общепроизводственные накладные расходы на реконструкцию, руб.

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется

$$C_{k.d} = Q_k \times C_{г.д}, \quad (3.21)$$

где  $Q_k$  – масса материала израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг,

$C_{г.д}$  – средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб/кг.

$$Q_k = 580 \text{ кг}, C_{г.д} = 14 \text{ руб/кг.}$$

$$C_{k.d} = 580 \times 14 = 8120 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются

$$C_{o.d} = C_{\text{пр.дн}} + C_{\text{мт}}, \quad (3.22)$$

где  $C_{\text{пр.дн}}$  – заработная плата рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб.

$C_{\text{мт}}$  – стоимость материала заготовок для оригинальных деталей, руб.

$C_z$  – стоимость материала заготовок, руб.

Полная заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей определяется

$$C_{\text{пр.дн}} = C_{\text{прт}} + C_{\text{дл}} + C_{\text{сод}}, \quad (3.23)$$

где  $C_{\text{пр.дн}}$  – заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.

$C_{\text{прт}}$  – дополнительная заработная плата, руб.

$C_{\text{сод}}$  – начисления по социальному страхованию, руб.









где  $K_d$ - коэффициент дополнительной оплаты;

$T_c$ - тарифная ставка по разрядам;

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность агрегата;

$\tau_{\text{см}}$ - коэффициент использования времени смены.

$$K_d=1.4, T_c=3.9, W_{\text{ч}}=1.22, \tau_{\text{см}}=0.85.$$

$$З = \frac{1.4 \times 3.9}{1.22 \times 0.85} = 5.26 \text{ руб / га}$$

$$Э_{\text{г.1}}=11.57+20.36+11.2+5.26=48.39 \text{ руб /га.}$$

Определим эксплуатационные затраты на единицу работы при культивации:

Производительность агрегата

$$W_{\text{ч}} = 0.36 \times B_k \times v_T, \quad (3.39)$$

$W_{\text{ч}}$ - часовая производительность агрегата, га/ч;

$B_k$ - конструктивная ширина захвата, м;

$v_T$ - скорость движения агрегата, м/с

$$B_k=8; v_T=1.94.$$

$$W_{\text{ч}} = 0.36 \times 8 \times 1.94 = 5.58 \text{ га/ч},$$

$$C_d=2 \times 30000=60000 \text{ руб.},$$

Амортизационные отчисления на единицу обрабатываемой площади по формуле (3.36)

$$A = \frac{2 \times 30000 \times 12.5}{100 \times 5.58 \times 120} = 11.2 \text{ руб / га}$$

Отчисления на ремонт:

При  $H=22\%$

$$P = \frac{60000 \times 22}{100 \times 1.22 \times 120} = 19.66 \text{ руб / га},$$

$$C=11.2 \text{ руб.},$$

Заработная плата механизатора определим по формуле (3.38)

$$З = \frac{1.4 \times 3.9}{5.58 \times 0.85} = 1.15 \text{ руб / га}$$

$$\Xi_{1x}=11.2+19.66+11.2+1.15=432,3 \text{ руб./га}$$

Итого эксплуатационные затраты на культивацию составляют

$$\Xi_1 = \Xi_{1x} + \Xi_{1a}, \quad (3.40)$$

$$\Xi_1 = 43.23 + 11.88 = 551,1 \text{ руб./га}$$

Экономия средств составит

$$\Xi = \Xi_1 - \Xi_{1x}, \quad (3.41)$$

$$\Xi = 551,1 - 48,39 = 67,2 \text{ руб./га}$$

Экономия средств на поле в 100 га составит

$$\Xi^{100} = \Xi * S, \quad (3.42)$$

где S - площадь поля

$$\Xi^{100} = 67,2 * 100 = 6720 \text{ руб.}$$

Доход полученный за счёт экономии средств при обработке поля в 100 га

$$Д = 672 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект

$$\Xi_{г.э} = \Xi^{100} + Д, \quad (3.43)$$

$$\Xi_{г.э} = 6720 + 7000 = 13720 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость

$$Б_0 = 104000 \text{ руб.}$$

Затраты на реконструкцию

$$\Xi_p = C_d - Б_0, \quad (3.44)$$

$$\Xi_p = 14374,11 - 104000 = 39740 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости

$$T_{ок} = \Xi_p / \Xi_{г.э}, \quad (3.45)$$

$$T_{ок} = 39740 / 13720 = 2,8 \text{ года}$$

Вывод. Внедрение предлагаемой конструкции увеличит рентабельность производства путём загрузки площадей.

### 3.5 Мероприятия по охране окружающей среды

Источником загрязнения атмосферы на заводе являются выбросы загрязненного воздуха из вентиляционных систем, содержащие вредные вещества, выделяющиеся при сварочно-наплавочных работах, испарении нефтепродуктов, кислот, щелочей, а также выбросы из труб котельной. Источником загрязнения земли являются нефтепродукты, моющие и красящие средства и различный производственный мусор.

В целях охраны окружающей природы предлагаю ряд мероприятий:

- 1) Повторное использование сточных вод путем их отстоя в грязесборнике для удаления грязи и крупных примесей и последующего пропускания через фильтры маслоуловителя.
- 2) Для удаления масел и других нефтепродуктов с поверхности пола производственных помещений необходимо установить ящики с песком или опилками.

Для сбора отходов производства установить металлические контейнеры, в местах курения — урны, после чего накопившейся мусор вывозить на свалку.

В ходе ремонтных работ ежегодно используются в большом количестве моющие реагенты на водно-щелочной основе, которые сбрасываются в виде сточных вод, поскольку процессы обезжиривания и мойки осуществляются по прямоточной схеме.

Для создания совершенных методов очистки твердых, жидких и газообразных отходов до безопасного уровня необходимы большие капитальные вложения. Одним из наиболее рациональных способов использования отходов является рециркуляция, позволяющая вводить отходы обратно в производство для повторного их использования.

Машинная деградация почв возникает вследствие использования в сельском хозяйстве тяжелых энергонасыщенных тракторов и других сельскохозяйственных машин, вызывающих уплотнение почвы, разрушение структуры, ухудшение пищевого и водного режима, угнетение биологической

активности. Образующиеся на полях колес оказывают отрицательное влияние на качество обработки почвы, глубину заделки семян и вызывают снижение полевой всхожести, неодновременное созревание, в результате чего снижается урожайность.

Для создания благоприятных условий жизнедеятельности агроэкосистем нужно сократить нерационально используемые энергозатраты путем совмещения технологических операций в одном цикле, внесения повышенных норм органических удобрений, разработки новой сельскохозяйственной техники с пониженным уплотняющим эффектом на единицу площади.

Для предотвращения попадания в почву топлива смазочных материалов межсменную заправку, смазывание, а также регулировки надо проводить вне поля.

|    |      |          |         |      |                                   |      |
|----|------|----------|---------|------|-----------------------------------|------|
|    |      |          |         |      | ВКР 35.03.06. 358.20.00.00.0000КП | Лист |
|    |      |          |         |      |                                   | 30   |
| Вс | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                   |      |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была разработана конструкция машины для обработки склоновых полей на базе культиватора – плоскореза. Эта конструкция позволит устранить механическую эрозию почвы. Это подтверждается проведенным теоретическим анализом работы машины.

Разработанная конструкция полностью отвечает требованиям безопасности, эргономичности, надежности, что подтверждается проведенными в проекте расчетами.

Затраты на реконструкцию культиватора – плоскореза полностью окупятся за небольшой промежуток времени с начала реализации машины. Это говорит о высокой эффективности капитальных вложений и подтверждается технико – экономическим анализом.

В целом решение проблемы, связанной с механической эрозией почвы имеет немаловажную роль для будущего сельскохозяйственных угодий.



## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. Совет. К. В. Фролов и др. М.: Машиностроение. Сельскохозяйственные машины и оборудование Т. IV-16 1998
2. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос – 1982, - 465 с.
3. Турбин. Сельхозмашины. Теория и технологический расчет. –Л.: Машиностроение, 1967, - 580 с.
4. Кленни М.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос – 1982, - 381 с.
5. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высш. шк., 1991, - 383
6. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высш. шк., 1990, - 399 с.
7. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М.: Высш. шк., 1994, - 671 с.
8. Боголюбов С. К., Волков а. В. Черчение. Учебник для машиностроительных специальностей средних специальных заведений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – с. 304., ил.
9. Агейкин А.К. Датчики контроля и регулирования. Справочные материалы. - М.: Колос, 1965, - 547 с.
10. Система стандартов безопасности труда ГОСТ 12.2.003-86 ... ГОСТ 12.2.019-86 М.: 1996
11. Система стандартов безопасности труда Шум Общие требования безопасности ГОСТ 12.1.003-83 М.: 1991
12. ОСТ 70.24-73 "Испытание сельскохозяйственной техники. Методы оценки условий труда механизаторов при технической экспертизе, эксплуатационно – технологических испытаниях и заключительной экспертизе"
13. ГОСТ 12.2.019-86 "Тракторы и машины сельскохозяйственные. Общие требования безопасности"