

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Механизация возделывания ячменя с разработкой рабочего органа орудия для безотвальной обработки почвы

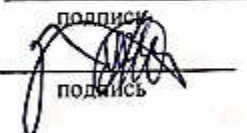
Шифр ВКР 35.03.06.233.20. ПЗ

Выполнил студент



Валиев А.Ф.
Ф.И.О.

Руководитель доцент
ученое звание


подпись

Дмитриев А.В.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 7 от «08» февраля 2020)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра Машин и оборудования в агробизнесе

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой

_____/_____/_____
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Валиеву Айдару Фанисовичу

Тема ВКР Механизация возделывания ячменя с разработкой рабочего органа орудия для безотвальной обработки почвы

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 2020 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные

1. Научно-техническая и справочная литература.
2. Патенты и авторские свидетельства по теме проекта.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1. Литературно-патентный обзор по теме ВКР
2. Технологическая часть;
3. Конструкторская часть.

5. Перечень графических материалов

1. Технологическая карта на возделывание;
2. Обзор существующих конструкций;
3. Сборочный чертеж;
4. Рабочие чертежи;
5. Операционно-технологическая карта на обработку почвы.

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

Студент _____ (Валиев А.Ф.)

Руководитель ВКР _____ (доцент Дмитриев А.В.)

Аннотация

На выпускную квалификационную работу Валиева А.Ф. на тему «Механизация возделывания ячменя с разработкой рабочего органа орудия для безотвальной обработки почвы».

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на ___ листах машинописного текста, включающую 2 таблицы, 14 рисунков. Библиографический список содержит 11 наименований. Графическая часть проекта выполнена на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка использованной литературы.

В первом разделе приведен обзор существующих технологий возделывания зерновых культур и конструкций плугов для безотвальной обработки почвы.

Во втором разделе приводится обоснование целесообразности комбинированной обработки почвы, предлагаемая технология подготовки почвы. В разделе так же приведены технологические расчеты.

В третьем разделе представлено описание разработанной конструкции плуга, его конструктивные расчеты. Разработана инструкция по охране труда и произведен технико-экономический расчет конструкции.

Annotation

On the final qualifying work Valieva A. F. on the topic "Mechanization of barley cultivation with the development of the working body of the tool for soil tillage".

The final qualifying work contains an explanatory note on typewritten sheets, including 2 tables and 14 figures. The bibliographic list contains 11 titles. The graphic part of the project is made on 5 sheets of A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, three sections, a conclusion, and a list of references.

The first section provides an overview of existing technologies for cultivating grain crops and plow designs for soil tillage.

The second section provides a justification for the feasibility of combined soil treatment, the proposed technology of soil preparation. The section also provides technological calculations.

The third section provides a description of the developed plow design and its design calculations. The instruction on labor protection was developed and the technical and economic calculation of the structure was made.

Содержание

стр.

Введение	
1 Литературно – патентный обзор	
1.1 Обзор существующих технологий возделывания зерновых культур	
1.2 Обзор способов обработки почвы при возделывание зерновых культур	
1.2.1. Вспашка	
1.2.2. Культивация	
1.2.3. Чизельная обработка почвы	
1.2.4. Боронование и прикатывание.....	
1.2.5. Обработка почв комбинированными агрегатами	
1.3 Обзор конструкций машин для безотвальной обработки почвы.....	
1.3.1 Чизельный плуг-глубококорыхлитель ПЧ-4,5	
1.3.2 Плоскорез-глубококорыхлитель ПГ-3-100	
1.3.3. Рыхлитель-кратователь РК-1,2.....	
1.3.4. Плуги-рыхлители	
2 Технологическая часть.....	
2.1 Обоснование целесообразности комбинированной обработки почвы.	
2.2 Исходные требования на базовую машинную технологическую операцию «Безотвальная обработка почвы»	
2.3 Предлагаемая технология подготовки почвы	
3 Конструкторская часть.....	
3.1 Разработка схемы проектируемой машины.....	
3.1.1 Определение ширины захвата плуга-рыхлителя.....	
3.1.2 Определение количества лап.....	
3.1.3 Определение тягового сопротивления стрелчатой асимметричной лапы..	
3.1.4 Боковая устойчивость стрелчатой асимметричной лапы	
3.1.5 Расчет стойки корпуса на прочность	
3.1.6 Расчет болтового соединения.....	
3.1.7 Определение параметров опорного колеса.....	

3.1.8 Расчет деталей механизма опорного колеса	
3.1.9 Подбор подшипников опорных колес	
3.2 Безопасность жизнедеятельности	
3.2.1 Меры безопасности при эксплуатации плуга-рыхлителя ПЛН-8-35Р	
3.2.2 Расчет подставки для фиксации агрегата в поднятом положении	
3.3 Экономическая часть.....	
3.4 Экологическая часть.....	
3.5 Физическая культура на производстве	
Выводы и предложения.....	
Список используемой литературы.....	
Спецификации.....	

Введение

Вопросам обработки почвы посвящены многие работы В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Н.М. Тулайкова, В.Р. Вильямса, В.П. Мосолова и других выдающихся ученых. При этом большинство исследователей подчеркивают необходимость применения регионально дифференцированных систем подготовки почвы. Весь опыт развития земледелия показывает, что при разработке региональных систем обработки почвы прежде всего должны учитываться особенности геоморфологических, почвенных и метеорологических условий, а также специфика адаптивного и средообразующего потенциала культивируемых видов и сортов растений.

В нашей стране взят курс на перевод сельского хозяйства на современную индустриальную базу, при одновременном решительном ускорении научно-технического прогресса.

Среди всего огромного разнообразия сельскохозяйственной техники одним из самых неприхотливых и простых устройств, считается плуг для трактора. Тем не менее это мнение не совсем верно, поскольку значимость подобного инструмента очень сложно переоценить, а его разновидностей под конкретные задачи существует достаточно много. О необходимости плугов в сельском хозяйстве свидетельствует тот факт, что их используют даже в тех видах земледелия, где к почве относятся максимально щадящее. Хотя бы раз в несколько лет плуг применяют просто для того, чтобы «освежить» землю, на которой культуры выращивают по принципам mini-till и no-till.

Отдельно стоит отметить, что не обойтись без прочного плуга в тех случаях, когда начинается обработка целины, на которой ранее никаких аграрных культур не произрастало. Высокая плотность, густой травяной и корневой слои уступят далеко не каждому плугу, поэтому в подобных случаях необходимо задействовать действительно «тяжёлую артиллерию». Что касается овощных и пропашных культур, то они и вовсе никак не обойдутся без использования плуга, который незаменим в процессе их посева, выращивания и сбора.

1 Литературно-патентный обзор

1.1 Обзор существующих технологий возделывания зерновых культур

В настоящее время различают следующие системы или технологии обработки почвы и возделывания сельскохозяйственных культур: традиционную; энергосберегающие технологии обработки почвы: минимальную, мульчирующую, нулевую, гребневую; альтернативную систему земледелия и координатную или прецизионную [].

Традиционная система (на поле остается менее 560 кг/га растительных остатков зерновых) предусматривает проведение в качестве основной обработки – вспашки с оборотом пласта, более полное использование естественного плодородия почвы путем интенсификации воздействий рабочих органов машин преимущественно за счет количественного роста числа обработок. Развитию традиционной системы обработки почвы способствовал рост энергонасыщенности сельскохозяйственного производства, что привело к интенсификации механической обработки почвы и появлению интенсивных технологий возделывания культур.

Основу почвозащитных технологий обработки почвы составляет безотвальная основная обработка почвы, включающая сплошное поверхностное или полосное глубокое рыхление с оставлением на поверхности пожнивных остатков []. Основные недостатки классической технологии наряду с отмеченными выше следующие: увеличенное количество проходов агрегатов по полю (не менее 11), большое потребное количество техники, высокие затраты на топливо и техническое обслуживание техники.

Минимальная технология (предусматривает оставление на поле от 560 до 1120 кг/га растительных остатков зерновых) представляет собой комплекс технологических операций при обработке почвы и возделывании сельскохозяйственных культур, обеспечивающих сокращение энергетических, трудовых и материальных затрат и уменьшение отрицательного воздействия на плодородие и физические свойства почвы.

Основные направления развития минимальной обработки почвы следующие:

- 1) замена глубоких основных обработок мелкими, переход на основную обработку без оборота пласта или с чередованием обработок;
- 2) сокращение числа основных, предпосевных и междурядных обработок в севообороте в сочетании с химическими приемами борьбы с сорняками;
- 3) совмещение нескольких технологических операций и приемов в одном рабочем процессе путем применения комбинированных машин и агрегатов;
- 4) замена механических обработок паровых полей «химическим паром»;
- 5) сокращение числа проходов уборочных машин и транспортных агрегатов по полю в период уборки урожая. При использовании минимальной технологии количество проходов по полю сокращается максимум до 9. Наряду с сокращением потери влаги из почвы остается достаточно высоким уровень почвенной эрозии, затраты на топливо и техническое обслуживание техники.

Мульчирующая технология (оставление на поле более 1120 кг/га растительных остатков после посева) является разновидностью минимальной. Дополнительно предусматривает, наряду с глубоким или поверхностным рыхлением, оставление на поле непродуктивной части растений с последующим измельчением и заделкой на небольшую глубину с целью создания на поверхности мульчирующего слоя. Находит широкое применение в засушливых районах США, Австралии, Канады и странах Европы. Мульчирующая технология обладает следующими преимуществами:

- снижает испарение и сохраняет почвенную влагу, а в периоды выпадения ливневых дождей предохраняет почву от смыва и чрезмерного переувлажнения;
- ослабляет суточные и сезонные колебания температуры почвы, уменьшает глубину ее промерзания зимой и предохраняет от перегрева в период летнего зноя;

- способствует образованию прочной мелкокомковатой структуры почвы и предохраняет ее от разрушения;
- усиливает жизнедеятельность микроорганизмов и связанные с ней положительные биохимические процессы в почве;
- угнетает сорняки, подавляя их всходы [].

Нулевая технология обработки почвы или прямой посев является разновидностью минимальной, когда посев ведется в необработанную почву. Обладает следующими преимуществами:

- позволяет свести до минимума энергетические, трудовые и материальные затраты при возделывании сельскохозяйственных культур;
- максимально уменьшает негативные воздействия рабочих органов машин на почву и процессы происходящие в ней.

Борьба с сорняками при нулевой технологии проводится в основном химическим путем, что является ее существенным недостатком.

Несмотря на отмеченные преимущества, системы минимальной обработки почвы имеют и ряд недостатков. Переход к системам минимальной обработки почвы требует расширения применения химических способов борьбы с сорняками и увеличения доз вносимых азотных удобрений, как правило в жидком виде, в ряде случаев ведет к повышению засоренности полей, особенно многолетними сорняками, требует применения специальных орудий для глубокого рыхления и снятия чрезмерного уплотнения нижних слоев почвы.

Альтернативная (безгербицидная) технология [] представляет собой комплекс приемов и операций при которых создаются условия исключающие применение легкорастворимых минеральных удобрений и гербицидов. Альтернативное земледелие предусматривает наряду с широким использованием органических удобрений, расширение площадей занятых под однолетними и многолетними бобовыми культурами до 30 – 40% в севообороте, в том числе и в качестве сидератов. Основные преимущества альтернативного земледелия следующие:

- исключает загрязнение почвы и окружающей среды вредными веществами химического производства;
- позволяет получать экологически чистую продукцию;
- восстанавливает жизнедеятельность полезных почвенных бактерий и микроорганизмов;
- существенно снижает затраты на промышленные удобрения и химические средства защиты растений.

Широкое развитие альтернативное земледелие получило в странах Западной Европы, особенно при производстве продукции для внутреннего рынка. Опыт внедрения альтернативного земледелия показывает, что при этом возможно снижение урожайности в среднем на 9 – 36% и возрастают затраты труда по сравнению с системами минимальной обработки почвы минимум на 25 – 40%.

Наиболее полно преимущества систем обработки почвы проявляются при их адаптированности и обоснованности для зонально – климатических условий, выборе наиболее рациональных машин и их рабочих органов, чередовании поверхностных и глубоких рыхлений, отвальной и безотвальной обработок почвы.

Установлено, что наиболее полно преимущества минимальных систем обработок почвы проявляются в зонах недостаточного увлажнения. Так по данным [] общее испарение влаги из почвы при использовании классической технологии в 3,75 раза выше чем при использовании мульчирующей и составляет 191 мм против 41 мм.

Традиционная система обработки почвы с отвальной вспашкой и гребневая технология наиболее полно проявляют свои преимущества в зонах достаточного увлажнения, где выпадает не менее 400 – 500 мм осадков в год. При этом вспашку наиболее эффективно дополнять комбинированной предпосевной обработкой и посевом, которые проводятся одним специальным агрегатом [].

По своим конструктивным особенностям плуги делятся на большое количество категорий, каждая из которых обладает своей спецификой и сферами применения. Наиболее распространённых существует семь:

- **Культурный.** Его отличительная черта в том, что он хорошо крошит ту землю, которая обрабатывается уже довольно длительный период. Отлично зарекомендовал себя при комбинированной работе с предплужником.

- **Полувинтовой.** Главная особенность такого устройства в том, что оно позволяет хорошо проворачивать пласты земли, что крайне важно при обработке «застоявшихся» грунтов с густым слоем дёрна. Крошат грунт они удовлетворительно, поэтому в случае крайней необходимости подойдут для работы на уже используемых пашнях.

- **Для безотвальной вспашки.** Отличный вариант для тех случаев, когда существует высокий риск возникновения ветровой эрозии на обрабатываемых землях. А также служит отличным подспорьем в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокий уровень снегозадержания.

- **Вырезной.** Конструкция такого плуга разработана таким образом, что в первую очередь подходит для обработки небольших полей с подзолистой почвой. Неплохо плуг зарекомендовал себя и при обработке каштановых и маломощных чернозёмов.

- **С выдвижным долотом.** Отличный вариант для обработки плотной почвы, которая к тому же может быть засорена относительно мелкими и средними камнями. Выдвижное долото обеспечивает более глубокую вспашку, а также защищает конструкцию от контакта с камнями в грунте, тем самым минимизируя риск серьёзных поломок.

- **С почвоуглубителем.** В целом его конструкция очень похожа на вырезной, но с добавлением дополнительного конструктивного элемента для более глубокого вспахивания земли. Применяется на тех же видах грунта, что и вырезной плуг.

- **Дисковый.** Некий универсальный первопроходец для самых сложных видов грунтов — на местах вырубки лесов, каменистых и болотистых участках,

местах с особо плотной и дернистой почвой. Это альтернатива традиционному плугу в тех случаях, когда его использование невозможно

Каждый из этих видов обладает своими уникальными свойствами и особенностями, поэтому при выборе конкретной модели следует в первую очередь ориентироваться на будущие сферы применения покупаемой техники.

Если с конкретной разновидностью корпуса, который подойдёт под заданные цели, все относительно ясно, то вот вопрос экономической целесообразности и эффективности остаётся открытым. Топовые производители сельскохозяйственной техники уверены, что ответ на вопрос касаясь того, какой плуг выбрать, кроется на поверхности — покупать стоит модель с максимальным КПД и производительностью. Самое важное в таком случае — грамотно подобрать связку «трактор-плуг» таким образом, чтобы максимальная мощность первого не превышала допустимые пределы нагрузки второго. Это очень важно, поскольку в таком случае риск серьёзной поломки плуга сводится к минимуму.

Но также достоин внимания способ подсоединения плуга к трактору. В некоторых случаях сцепные устройства могут существенно отличаться, поэтому стоит предварительно продумать возможность использования специальных переходников или уникальных альтернативных решений под конкретные условия эксплуатации. Избыток мощности трактора так же нежелателен, как и недостаток той самой производительности. В таком случае вспахивание грунта будет менее эффективным, а расходы топлива существенно возрастут. Экономические потери в таком случае вполне ожидаемые и поэтому совершенно неоправданные. На языке простых математических подсчётов эксперты выяснили, что «золотое соотношение» — порядка 40 лошадиных сил трактора на каждую секцию плуга. Если речь идёт о конструкциях из восьми корпусов, то суммарная мощность трактора должна быть не менее 280 л. с., а ещё лучше, если превысить этот показатель на несколько десятков единиц в качестве запаса.

1.2 Обзор способов обработки почвы при возделывание зерновых культур

1.2.1. Вспашка

Выбор способа

Для вспашки почвы используют плуги с предплужниками. Наиболее качественная обработка плугом с предплужниками обеспечивается на глубину 20-27 см. Плуги без предплужников применяют при запашке органических удобрений или при обработке поля на глубину менее 20 см.

При запашке пласта многолетних трав хорошие результаты получают при использовании плугов с винтовыми отвалами и двухъярусных плугов. Последние целесообразно применять для вспашки полей с большой массой пожнивных остатков.

На почвах с мелким пахотным слоем углубляют пахотный слой. Для этого используют плуги с почвоуглубителями и вырезными отвалами. Вырезные отвалы более эффективны, так как хорошо разрыхляют подпахотный слой без выноса на поверхность большого количества частиц подзолистого и иллювиального горизонтов.

При вспашке почвы под озимые культуры используют комбинированные пахотные агрегаты, обеспечивающие выравнивание поверхности, снижение глыбистости и уплотнение поверхностного слоя.

Выровненная после прохода комбинированных пахотных агрегатов пашня создает благоприятные условия для высокопроизводительной работы агрегатов на предпосевной обработке почвы.

Агротехнические требования

Глубина вспашки должна соответствовать заданной. Отклонение средней глубины допускается в пределах $\pm 1-2$ см.

Внесенные удобрения, дернину, пожнивные остатки заделывают на глубину не менее 12-15 см от поверхности. Комбинированный пахотный агрегат должен создавать мелкокомковатое состояние вспаханного слоя почвы с преобладанием комочков в поперечнике менее 5 см. Вспашку проводят плугами

с предплужниками с установкой дискового ножа перед задним корпусом плуга, ход плуга по ширине захвата должен быть устойчивым, допускается отклонение действительной ширины захвата от конструктивной не более 10 %.

Для многих аграриев вопрос касается того, как правильно выбрать плуг, сводится к простому – чем больше, тем лучше. Речь здесь идёт о ширине и других геометрических параметрах корпусов. Если говорить о полях с площадью порядка 80–100 га, то 9 стандартных корпусов плуга — куда более эффективное решение, чем использование сразу 12 корпусов. Причина этого предельно проста — за счёт более длительных разворотов затраченное на работу время возрастает, как и расход топлива, что само по себе нецелесообразно с точки зрения экономии.

Если свести все к более простым показателям, то для действительно больших полей подойдут широкие захваты в 12 корпусов, для маленьких будет достаточно 3–4, а для большинства хозяйств со средними размерами полей – 6-8 корпусов. Помимо количества, важно также учитывать возможность регулировки ширины захвата. В моделях плугов, где такая функция доступна, стандартный размер изменения ширины составляет 5 см, что считается общепринятым стандартом. Более современные модели с гидравлической регулировкой ширины захвата «не страдают» подобными ограничениями и их можно настроить любым удобным образом. Выбирать подобные решения стоит в том случае, когда одной и той же техникой приходится обрабатывать поля с разной почвой или же выращиваемой культурой с определёнными требованиями к обработке.

1.2.2. Культивация

Выбор способа

Одна из основных операций предпосевной подготовки почвы при возделывании зерновых культур — сплошная культивация. В нее входит рыхление почвы на глубину от 6 до 12 см и доведение этого слоя до мелкокомковатого состояния, выравнивание поверхности поля, уничтожение

сорняков, заделка удобрений. Сплошная культивация за счет разрыва капилляров препятствует интенсивному испарению влаги. Культивация в сочетании с другими приемами (выравниванием, прикатыванием) обеспечивает подготовку поля к посеву.

Глубина культивации зависит от физического состояния почвы. На почвах легкого механического состава, а также достаточно окультуренных и не заплывающих весной, культивацию проводят на глубину посева культиваторами со стрельчатыми лапами. Сильно уплотнившиеся к весне почвы обрабатывают культиваторами на 10—12 см, используя для этого культиваторы с пружинными или грубберными рабочими органами, которые лучше рыхлят почву.

При уходе за парами для борьбы с сорняками и уничтожения корки используют культиваторы с плоскорежущими (стрельчатыми) рабочими органами. На каменистых почвах применяют культиваторы с пружинными рабочими органами.

Как правило, культивация сопровождается боронованием в одном агрегате. Высокое качество обработки почвы обеспечивается при спелой почве.

В интенсивных технологиях требования к качеству разделки почвы при культивации повышены, недопустима обработка неспелой, переувлажненной почвы. Хорошо разделанная к посеву почва способствует оптимальной глубине посева семян, дружному их прорастанию, равномерному развитию.

Культивацию чистых паров для более полного прорастания семян сорняков в начале (весной) проводят на глубину 10-12 см, к концу завершения ухода за паром на 6-8 см.

Агротехнические требования

Для обеспечения наиболее благоприятных условий посева эффективного подавления сорняков предпосевную культивацию проводят в день посева.

Отклонение глубины обработки почвы при культивации от заданной допустимо в пределах ± 1 см.

Для лучшего выравнивания поля и подрезания сорняков сплошную культивацию проводят поперек или под углом к направлению вспашки, а повторные обработки - поперек направления предшествующих культивации. На склонах культивацию проводят поперек направления склона, что способствует снижению водной эрозии.

Поверхность обработанного поля после прохода культиватора должна быть ровной, высота гребней и глубина борозд взрыхленного поля не более 3-4 см.

Сорняки уничтожаются стрелчатыми лапами полностью, рыхлящими - не менее чем на 95%.

Перекрытие смежных проходов культиватора на обычных почвах - в пределах 10-15 см, при обработке слабо засоренных сорняками полей - не более 5 см и на сильно засоренных полях - не более 8 см.

Пропуски и огрехи не допускаются. Поворотные полосы обрабатывают в поперечном направлении.

1.2.3. Чизельная обработка почвы

Агротехнические требования

Эффективность чизельной обработки обеспечивается при оптимальной влажности почвы - 60% от максимальной влагоёмкости.

Глубина обработки должна соответствовать заданной. Отклонение средней глубины обработки от заданной не должно превышать $\pm 3-4$ см. Для улучшения водного режима в корнеобитаемом слое глубина обработки может составлять от 30 до 80 см. Высота гребней в месте прохода стоек - не более 5 см. Ширина борозд, образующихся от стоек, - не более 20 см.

1.2.4. Боронование и прикатывание

Выбор способа

Основная задача боронования зяби, черного пара и посевов зерновых культур - создание равномерного рыхлого мелкокомковатого слоя почвы, разрыхление почвенной корки, сохранение запаса полезной влаги, частичное

уничтожение всходов сорняков, выравнивание поверхности пашни, вычесывание отмерших растений.

Прикатыванием достигается уплотнение верхнего слоя почвы, разрушение почвенной корки, выравнивание поверхности поля, подтягивание влаги из нижних в верхние слои почвы, создание мульчирующего слоя.

Сроки боронования и прикатывания устанавливает в каждом отдельном случае агроном хозяйства в зависимости от состояния почвы, густоты всходов, фазы развития растений и засоренности посевов.

Весеннее боронование зяби начинают выборочно, по мере подсыхания гребней почвы, не дожидаясь полной готовности всего поля.

Количество следов боронования зяби и виды орудий выбирают в зависимости от механического состава, влажности, плотности и степени заплывания почв. Легкие почвы (песчаные, супесчаные, легкосуглинистые) обрабатывают шлейф-бороной, средними, легкими, а также пружинными боронами в 1-2 следа; тяжелые, плотные и заплывающие - тяжелыми зубowymi боронами.

Степень плотности почвы устанавливают по следующим градациям: очень хрупкая - если корка рассыпается от прикосновения к ней пальцами; хрупкая - когда она легко разламывается на мелкие кусочки; твердая - при разламывании пальцами с некоторым усилием; плотная - если корка разламывается на крупные куски только со значительным усилием; очень плотная - если для ее разлома требуется большое усилие.

При наличии твердой и плотной корки в период от посева до появления всходов проводят довсходовое боронование. Во время появления всходов бороновать нельзя. Если корка образовалась после появления всходов, то боронуют позже, когда растения окрепнут, укоренятся — примерно в начале кущения. При послеवсходовом бороновании учитывают густоту всходов. Изреженные всходы (менее 300 растений на 1 м²) бороновать не рекомендуется.

На легких почвах посевы боронуют в один след поперек рядков или под углом. На почвах влажных, заплывающих, где посевы хорошо развиты, боронование проводят в 2 следа средними или тяжелыми боронами.

На участках, где наблюдается выпирание растений, посевы не боронуют, а прикатывают кольчатыми катками.

Агротехнические требования

Допустимая скорость движения агрегатов со средними и тяжёлыми боронами – 9...2 км/ч, с лёгкими -- 5...7 км/ч. Начало и конец боронования определяют в зависимости от состояния почвы и агротехнических требований. Почвенная корка должна быть разрушена, поверхность поля равномерно разрыхлена на глубину не менее 3...5 см. Глыбы должны быть раскрошены на мелкие комки не превышающие в диаметре 3..4 см. Высота гребней и глубина бороздок не должна превышать 3...4 см. Боронование вспаханного поля следует проводить под углом к гребням пахоты, огрехи и пропуски не допускаются. Весеннее боронование озимых производится поперёк рядков в 1...2 следа зубовой бороной АБ -21. При бороновании сплошных посевов количество повреждённых растений не должна превышать 5%, а при бороновании широкорядных посевов – 2%.

Прикатанная кольчато-шпоровыми катками почва должна быть равномерно уплотнена, а на ее поверхности создан разрыхленный мульчирующий слой.

Движение агрегата должно быть прямолинейным. Последующие проходы агрегатов во избежание огрехов перекрываются предыдущими на 10-15 см.

На участках с выраженным рельефом боронуют только поперек или под небольшим углом (5-6°) к направлению склона.

При бороновании огрехи, пропуски и наволоки не допускаются.

При бороновании посевов озимых культур глубина рыхления не должна превышать глубину посева семян; допускается не более 5% поврежденных и засыпанных растений.

Скорость движения агрегата с катками ЗККШ-6 9-13 км/ч, с водоналивными ЗКВГ-1,4 - до 6 км/ч.

1.2.5. Обработка почв комбинированными агрегатами

Выбор способа

Комбинированные машины РВК-3,6, РВК-5,4, РВК-7,2 и ВИП-5,6 позволяют за один проход трактора подготовить почву под посев зерновых культур. С их помощью рыхлят почву, измельчают глыбы и комки с одновременным прикатыванием поверхности поля, что способствует улучшению структуры почвы, ее водного и воздушного режимов.

Наиболее эффективно их применение на глинистых и суглинистых почвах, склонных к образованию глыб после основной обработки.

Комбинированные машины выбирают в зависимости от размера поля, состояния почвы, предшественника и складывающихся погодных условий.

Комбинированные машины типа РВК и ВИП-5,6 используют для подготовки поля под посев зерновых колосовых культур при влажности почвы 13-22%. В этих условиях можно достигнуть наилучшего качества обработки.

Использовать комбинированные машины типа РВК и ВИП-5,6 на полях после раскорчевки и сильно засоренных камнями не рекомендуется.

Агротехнические требования

Сроки и продолжительность применения комбинированных машин типа РВК и ВИП-5,6 устанавливает агроном в соответствии с агротехническими сроками, сложившимися условиями, размерами площадей, подлежащих обработке, и количеством машин в хозяйстве.

Предпосевную обработку почвы комбинированными машинами проводят непосредственно перед посевом зерновых культур.

Поле обрабатывают на глубину 5-12 см под углом 35-40° к направлению предшествующей обработки.

Отклонение средней глубины рыхления почвы от заданной не должно превышать ± 1 см, а от средней дозы внесения жидкого (или охлажденного) аммиака $\pm 10\%$. Потери жидкого аммиака более 5% не допускаются.

Поверхность обработанного поля должна быть выровненной. Высота гребней и глубина борозд после прохода комбинированных машин - не более 3 см.

Уплотнение почвы при посеве семян после прохода комбинированных машин должно быть в пределах $1,0-1,3 \text{ г/см}^3$.

При обработке поля комбинированными машинами типа РВК подрезают не менее 95% сорняков.

Перекрытие смежных проходов составляет не менее 15 см.

Допустимая рабочая скорость на предпосевной обработке почвы - до 12 км/ч. На полях, засоренных камнями, - не более 8-10 км/ч, в зависимости от величины камней. Пропуски, огрехи и наволоки не допускаются.

Поворотные полосы на концах поля обрабатывают после основного поля.

1.3 Обзор конструкций машин для безотвальной обработки почвы

Для основной безотвальной обработки почвы могут применяться различные машины: чизельные плуги различных конструкций, плоскорезы-глубокорыхлители, рыхлители-кратователи, плуги-рыхлители и т.п. Рассмотрим конструкцию и применение некоторых машин

1.3.1 Чизельный плуг-глубокорыхлитель ПЧ-4,5

Чизельный плуг-глубокорыхлитель ПЧ-4,5 предназначен для рыхления почвы по безотвальным и отвальным фонам с углублением обрабатываемого горизонта, для безотвальной обработки почвы взамен зяблевой и весенней пахоты, а также для глубокого рыхления почвы на склонах и паровых полях. Плуг-глубокорыхлитель общего назначения используют для разрушения плужной подошвы вспаханного поля. Стерню зерновых высотой до 25 см и после уборки пропашных культур обрабатывают с предварительным дискованием почвы в один-два следа. Плуг применяют также для обработки почв с различными механическими составами.

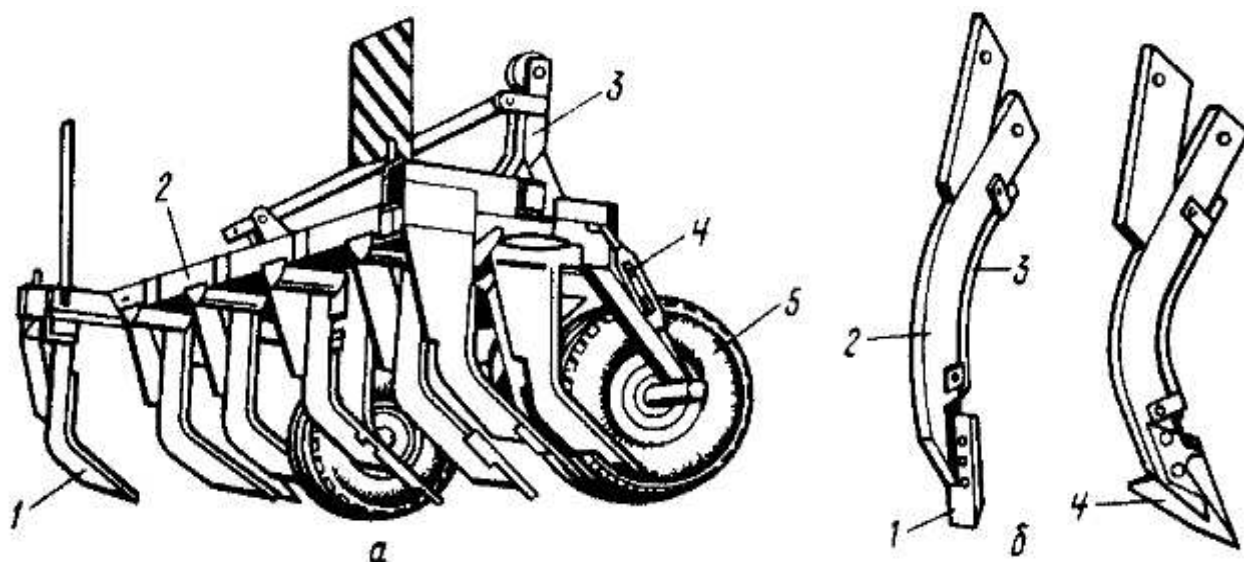
Чизельные плуги применяют в зонах недостаточного увлажнения, на склоновых землях, а также в районах с малым содержанием гумуса и зонах возделывания корнеплодов и овощных культур.

Особенность чизельных машин заключается в неполном подрезании ими обрабатываемого почвенного пласта, т. е. они не дают сплошного ровного дна борозды и не образуют уплотненную подошву. Кроме того, при использовании этих плугов в определенных условиях повышаются производительность труда и урожайность сельскохозяйственных культур, а состояние почвы улучшается. Эти машины просты по устройству и надежны в эксплуатации.

Чизельные машины рекомендуется применять на основной обработке старопахотных земель в зонах поливного хлопководства (отвальная вспашка на глубину 30 см с одновременным чизелеванием на 40...45 см). Благодаря рыхлению подпахотного слоя корни хлопчатника проникают глубже в почву, что улучшает их развитие и повышает урожайность растений.

Основные сборочные единицы плуга (рисунок 1.1 а): рабочие органы 1, рама 2, опорные колеса 5, навеска 3 и механизмы 4 регулировки глубины обработки почвы.

Машина проста по устройству и поэтому надежна в работе. При поступательном движении плуга его рабочие органы (рыхлители) заглубляются в почву. Доло то рыхлителя скалывает и поднимает слой почвы, а стойки с обтекателями раздвигают почву по обе стороны и разрыхляют ее. При работе на глубине более 30 см чизельный плуг разрыхляет уплотненную подошву, образовавшуюся после пахоты плугами или обработки культиваторами-плоскорезами, создавая хорошую аэрацию и инфильтрацию дождевых и талых вод. Для обработки почвы на глубину 30 см вместо долот устанавливают стрельчатые лапы, которые обеспечивают более интенсивное рыхление и подрезают сорные растения.



а - общий вид: 1 - рабочий орган; 2 - рама; 3 - навеска; 4 - механизм регулировки глубины обработки почвы; 5 - опорное колесо; б - рабочий орган: 1 - долото; 2 - стойка; 3 - обтекатель; 4 - стрельчатая лапа.

Рисунок 1.1 - Чизельный плуг-глубококорыхлитель ПЧ-4,5

Рабочий орган - рыхлитель (рисунок 1.1, б) - состоит из долота 1, стойки 2 и обтекателя 3. Долото прикреплено к стойке осью со шплинтом. В верхней части стойки предусмотрены отверстия для присоединения рыхлителя к раме. Сечение обтекателя — круглое, благодаря чему снижается сопротивление почвы при работе плуга. Контур обтекателя и стойки — серповидный, что способствует их быстрому заглублению в почву и очистке от сорной растительности. На рыхлитель взамен долота можно устанавливать стрельчатую лапу 4, которую крепят к стойке болтом с гайкой.

Рама, предназначенная для монтажа всех сборочных единиц чизельного плуга, представляет собой сварную конструкцию треугольной формы. Благодаря такой форме рамы рабочие органы машины не забиваются растительными остатками. В передней части рамы снизу приварены литые кронштейны с пальцами для крепления нижних тяг навесной системы трактора. На продольных и поперечных брусках рамы устанавливают рабочие органы и механизмы регулировки глубины обработки почвы.

Механизмы регулировки предназначены для установки и регулировки глубины обработки и представляют собой шарнирный механизм, который

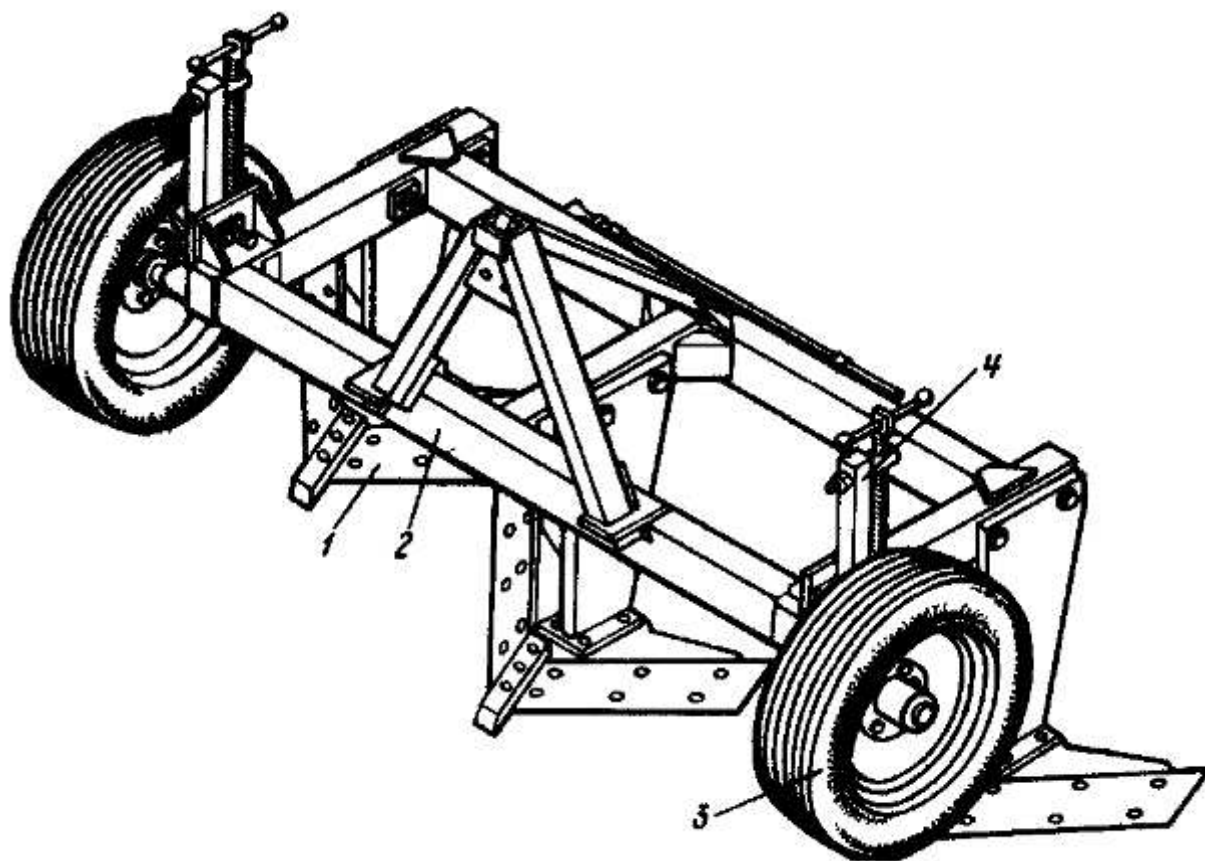
крепят к раме скобами. Для опускания или подъема опорного колеса вращают муфту, имеющую левую и правую резьбу и соответственно два винта. На муфте нанесены отметки через один сантиметр для ориентира при установке глубины обработки.

Опорные колеса, состоящие из шин, обода, ступицы, предназначены для опоры машины во время работы и установки глубины обработки.

Навеску используют для присоединения плуга к навесной системе трактора К-701 или К-700А. Навеска состоит из раскосов, двух подкосов, пальцев и деталей крепления.

1.3.2 Плоскорез-глубококорыхлитель ПГ-3-100

Плоскорез-глубококорыхлитель ПГ-3-100 (рисунок 1.2) состоит из рамы 2, трех плоскорезующих лап 1, двух механизмов 4 опорных колес.



1 - плоскорезующая лапа; 2 - рама; 3 - опорное колесо; 4 - механизм опорного колеса

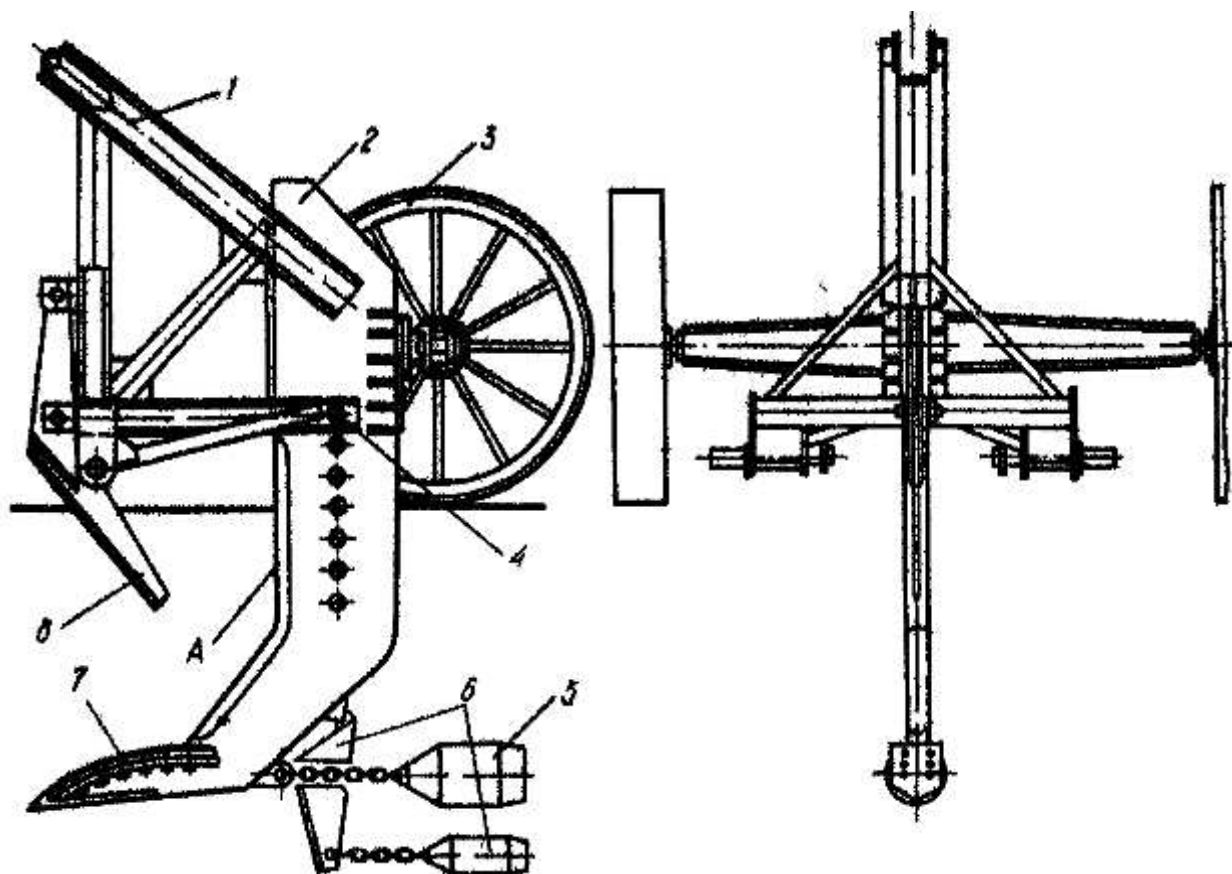
Рисунок 1.2 - Плоскорез-глубококорыхлитель ПГ-3-100

Рама машины представляет собой прямоугольную сварную конструкцию, к переднему брусу которой приварен "замок" для навешивания плоскореза-глубокорыхлителя на трактор тягового класса 3 (Т-150, Т-150К, ДТ-75С) при помощи автосцепки СА-2. Рабочие органы крепят к продольным балкам рамы, имеющим для этого специальные отверстия.

Машина проста по конструкции и является модернизацией плоскореза-глубокорыхлителя КППГ-250А, взамен которого ставится на производство.

1.3.3. Рыхлитель-кротователь РК-1,2

Рыхлитель РК-1,2 (рисунок 1.3) предназначен для глубокого полосового рыхления и полосового рыхления с одновременным кротованием или только кротования.



1 - рама; 2 - рабочий орган; 3 - колесный ход; 4 - нож черенковый; 5 - фиксатор;
6 - дрeнер; 7 - лeмex; 8 - кротователь

Рисунок 1.3 - Рыхлитель-кротователь РК-1,2

Колесным ходом рыхлителя фиксируют постоянную глубину рыхления и кротования. Дренер диаметром 90 мм цепью крепится к пятке полотна рабочего органа и служит для образования кротовин ниже уровня прохода лемеха. Черенковым ножом перерезают растительные остатки в верхнем слое почвы. Лемех съемный шириной 120, 150 или 180 мм крепится к подлемешнику рабочего органа болтами.

Рыхлитель-кротователь РК-1,2 монтируется на навесную систему трактора, наладка трехточечная. Сменный лемех шириной 180 мм применяют при рыхлении или рыхлении-кротовании с дренером диаметром 200 мм.

Необходимую глубину обработки почв получают, регулируя рабочий орган в обойме рамы. Для этого на ровную поверхность плавно опускают орудие до упора конца ножа в почву и переводят рычаг гидрораспределителя в "плавающее" положение, включают ход трактора и продвигаются вперед до устойчивого заглубления рабочего органа. Остановив трактор, поднимают или опускают навеску на необходимое количество отверстий. При этом нож остается в почве. Номер отверстия, на которое необходимо установить рабочий орган для достижения требуемой глубины, определяют по графику имеющемуся в инструкции по ТЭ.

Угол рыхления окончательно регулируют верхней тягой навески трактора, для чего в заглубленном положении рабочего органа торцовая грань ножа (линия А, рисунок 1.3) должна быть перпендикулярна к опорным поверхностям гусениц трактора. В среднесуглинистых почвах рабочий орган в заглубленном положении должен быть отклонен назад до 3° .

1.3.4. Плуги-рыхлители

В последнее время все больше внимание уделяется плугам-рыхлителям с модернизированными безотвальными корпусами. Плуг-рыхлитель двухрядный 12-корпусный с безотвальными стойками ПР-4,2 М (ПРСН-12-35). Предназначен для безотвального рыхления почв, тяжелых по механическому составу, под зерновые и технические культуры, а также для обработки солонцовых комплексов.

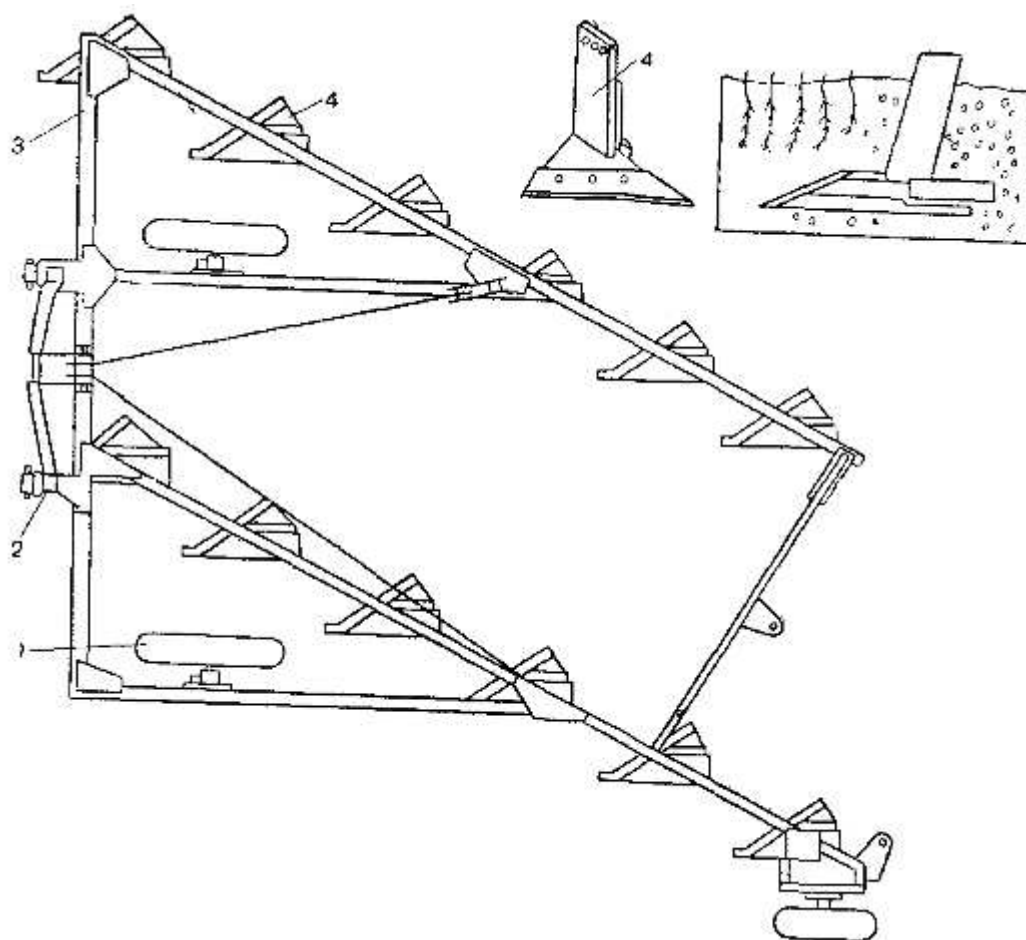
Техническая характеристика плуга ПР-4,2М (ПРСН-12-35)

Ширина захвата, м	4,2
Глубина обработки, м	0,16...0,35
Рабочие скорости, м/с	1,94...2,5
Производительность, га/ч	2,8...3,3
Масса, кг	2000

Особенностью конструкции плуга является параллельное расположение рабочих органов на раме в два ряда (рисунок 1.4). Рама плуга состоит из двух секций — правой и левой, на которых крепятся по шесть рабочих органов — рыхляще-подрезающих стоек СибИМЭ. Их параллельное расположение снижает длину и металлоемкость орудия, улучшает копирование рельефа поля, повышает удобство эксплуатации. Плуг имеет три опорно-регулирующих колеса. Навешивается на трактор посредством механизма навески.

Плуги ПР-4,2 М (ПРСН-12-35) испытывались в Северо-Кавказской МИС, КубНИИТИМ и ВНИИМОЖ. Испытания проводились на разных фонах при влажности почвы от 14,1 до 25, 4% и ее твердости от 1,6 до 6,2 МПа в сравнении с отвальными плугами, глубокорыхлителями, чизельными плугами с вертикальными и наклонными стойками.

Установлено, что по агротехническим показателям двухрядные плуги-рыхлители, соответствуют агротребованиям, обеспечивая равноценное качество крошения в сравнении - с отвальными плугами и более высокое качество крошения (из-за меньшей ширины захвата рабочих органов) в сравнении с глубокорыхлителями. Из-за меньшей длины рамы двухрядные орудия лучше приспособляются к неровностям рельефа и обеспечивают более равномерную глубину обработки (0—0,9...2 м), высокое сохранение стерни (70...80%), гребнистость (1,6...6,9 см).



1 - опорные колеса; 2 - механизм навески, 3 - рама; 4 - безотвальные стойки
Рисунок 1.4 - Двухрядный секционный плуг с безотвальными стойками

Плуи ПР-4,2 М можно агрегатировать с трактором К-701, при скоростях до 2,8 м/с (10,08 км/ч) они обеспечивают коэффициент загрузки двигателя до 96%. Удельные энергозатраты ниже, чем у серийных орудий, меньше и удельное сопротивление орудия в 1,5 раза. По результатам эксплуатационно-технологической оценки производительность ПР-4,2 М выше, чем у базовых машин, на 33... 95%, удельный расход топлива меньше на 25...35%, затраты труда ниже на 26...47%.

Сезонная наработка на один плуг составляет 800...1200 га.

Современные технические решения, заложенные в конструкцию плуга-рыхлителя ПРУН-В-4Б, обеспечивают его широкие технологические возможности. Этот плуг предназначенный для комбинированной обработки почвы при возделывании зерновых, кормовых, технических и овощных культур также агрегируется с тракторами «Кировец».

Машина построена по классической схеме, но может комплектоваться различными рабочими органами, за счет чего и добиваются её универсальности.

В 1-ом варианте безотвальное (чизельное) рыхление почвы, углубление пахотного горизонта по отвальным и безотвальным фонам на глубину 30...45 см (рисунок 1.5).

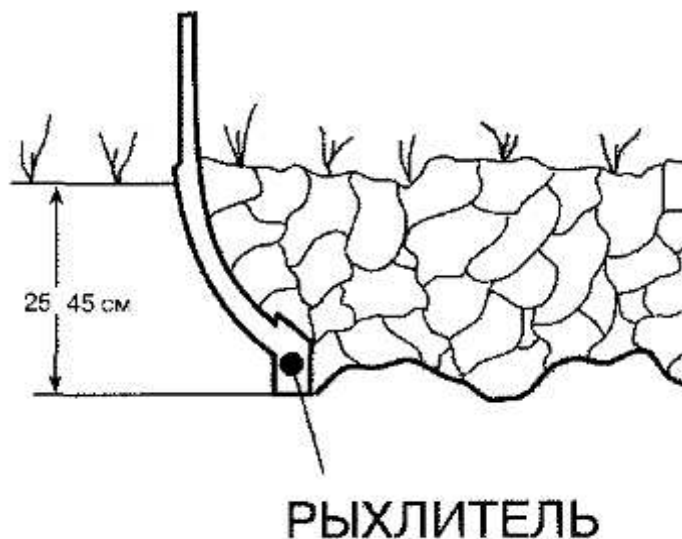


Рисунок 1.5 – Схема работы плуга ПРУН-8-45

Во 2-ом варианте может осуществляться комбинированная обработка не задернелых почв, включая мелкая вспашка с оборотом пласта на глубину 10...20 см и одновременным рыхлением на глубину 30...45 см (рисунок 1.6).

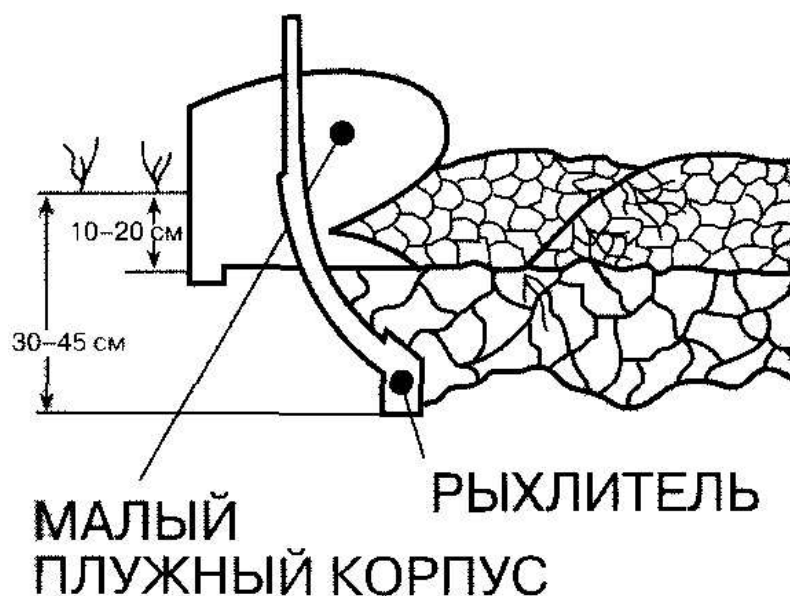


Рисунок 1.6. – Схема работы плуга ПРУН-8-45-01

В 3-ем варианте плуг используется для вспашки почв с оборотом пласта на глубину 25-45 см (рисунок 1.6).

Этот плуг выпускается в 4-х исполнениях по желанию заказчика и изготавливается ЗАО «Петербургский тракторный завод». Общий вид пахотного агрегата представлен на рисунке 1.7.

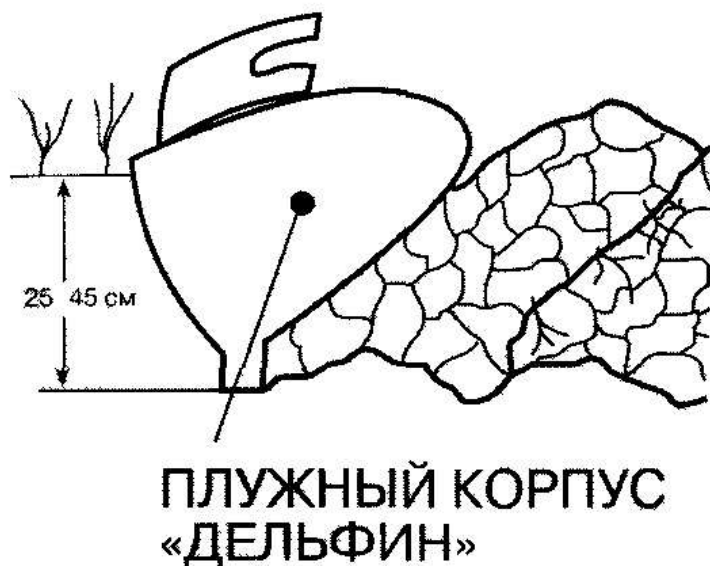


Рисунок 1.7. – Схема работы плуга ПРУН-8-45-02



Рисунок 1.8. – Общий вид пахотного агрегата

2. Технологическая часть

2.1 Обоснование целесообразности комбинированной обработки почвы

Передовой опыт отчетливо свидетельствует о преимуществах почвозащитной системы обработки почвы в сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия. Безотвальные приемы, по сравнению со вспашкой, снижают процессы разрушения органического вещества почвы. Приоритет при этом за комбинированными агрегатами, которые за один проход выполняют несколько операций.

Целесообразность совмещения технологических операций определяется применяемыми системами земледелия и обработки почвы, засоренностью полей сорняками и их видовым составом, метеорологическими условиями, параметрами энергетических средств, агрономическими, технико-экономическими и другими факторами.

Совмещение технологических операций и применение комбинированных машин определяется следующими факторами:

- совпадением сроков проводимых работ, предпосевной культивации, посева, прикатывания, внесения удобрений, гербицидов;
- необходимостью проведения работ в сжатые сроки - подготовка почвы для возделывания промежуточных культур или озимых после непаровых культур;
- неустойчивостью метеорологических условий, которые при раздельном выполнении предусмотренных операций снижают эффективность последних. Например, выпадение осадков после предпосевной культивации ведет к растягиванию сроков проведения комплекса работ;
- наличием энергонасыщенных тракторов соответствующих тяговых классов, пригодных для агрегатирования с комбинированными машинами;
- приспособленностью рабочих органов для одновременного выполнения технологических операций, например, культивации и посева.

Возможные сочетания операций при обработке почвы можно подразделить на три основные группы:

- совмещение нескольких технологических операций, например, вспашки, выравнивания поверхности, рыхления, прикатывания;
- обработка почвы с одновременным внесением удобрений и химикатов (гербицидов, пестицидов, мелиорантов);
- совмещение обработки почвы с посевом возделываемой культуры.

2.2 Исходные требования на базовую машинную технологическую операцию «Безотвальная обработка почвы»

Федеральным регистром системы технологий в блоке обработка почвы Р-АТ-1.2 предусмотрена базовая машинная технологическая операция «Безотвальная обработка почвы». Эта операция предназначена для рыхления почвенного пласта без оборота обрабатываемого слоя с целью сохранения на его поверхности растительных остатков для защиты почвы от ветровой (дефляции) и водной (смыва) эрозии.

Безотвальная обработка почвы применяется практически во всех зонах, особенно в степных районах на землях, подверженных ветровой эрозии. Для проведения безотвальной обработки пригодны почвы различного механического состава влажностью 30...75% от предельной полевой влагоемкости (ППВ) и твердостью до 3,5 МПа со стерней зерновых колосовых и других культур сплошного сева, а также с предварительно измельченными растительными остатками крупностебельных предшественников.

Высота стерни не более 25 см, длина измельченных стеблей предшествующей культуры не более 30 см. Не допускаются оставление на поле неубранных куч соломы и скопление других растительных остатков.

Рельеф обрабатываемых участков ровный с уклоном не более 8°. На поверхности могут находиться отдельные камни размером не более 5 см.

2.3 Предлагаемая технология подготовки почвы

Проведенный анализ различных технологических операций и современной литературы по данному вопросу показал, что применение той или иной

технологии возделывания зерновых культур обуславливается целым рядом причин, а именно: природным плодородием почв, рельефом участков, наличием соответствующей техники и финансовыми возможностями предприятия.

Исходя из выше сказанного нами были сформулированы следующие основные задачи данного проекта:

1. В зависимости от наличия сорняков на поле рекомендовать отказ от вспашки при подготовке поля под посев в зерно-травяном 7-польном севообороте с зерновым клином площадью 520 га за год ротации.

2. Для подготовки почвы и посев использовать широкозахватный посевной агрегат.

3. Разработать конструктивно-технологическую плуга-рыхлителя.

4. Разработать операционно-технологическую карту на безотвальную подготовку почвы агрегатом.

5. Произвести расчет основных конструктивных и технико-экономических показателей использования предлагаемого агрегата.

Предлагаемая технология подготовки почвы и посев под зерновые представлена ниже в на рисунок 2.1.

При возделывании зерновых на полях, где предшественником являлась кукуруза на силос, озимая пшеница, и проводилось мульчирование разбросанной по полю соломы внесение удобрений планируется только при посеве, а рыхление почвы до посева будет проводиться с использованием разрабатываемого плуга-рыхлителя. В зимний период проводится двухкратное снегозадержание. При этом количество полевых операций - 7.

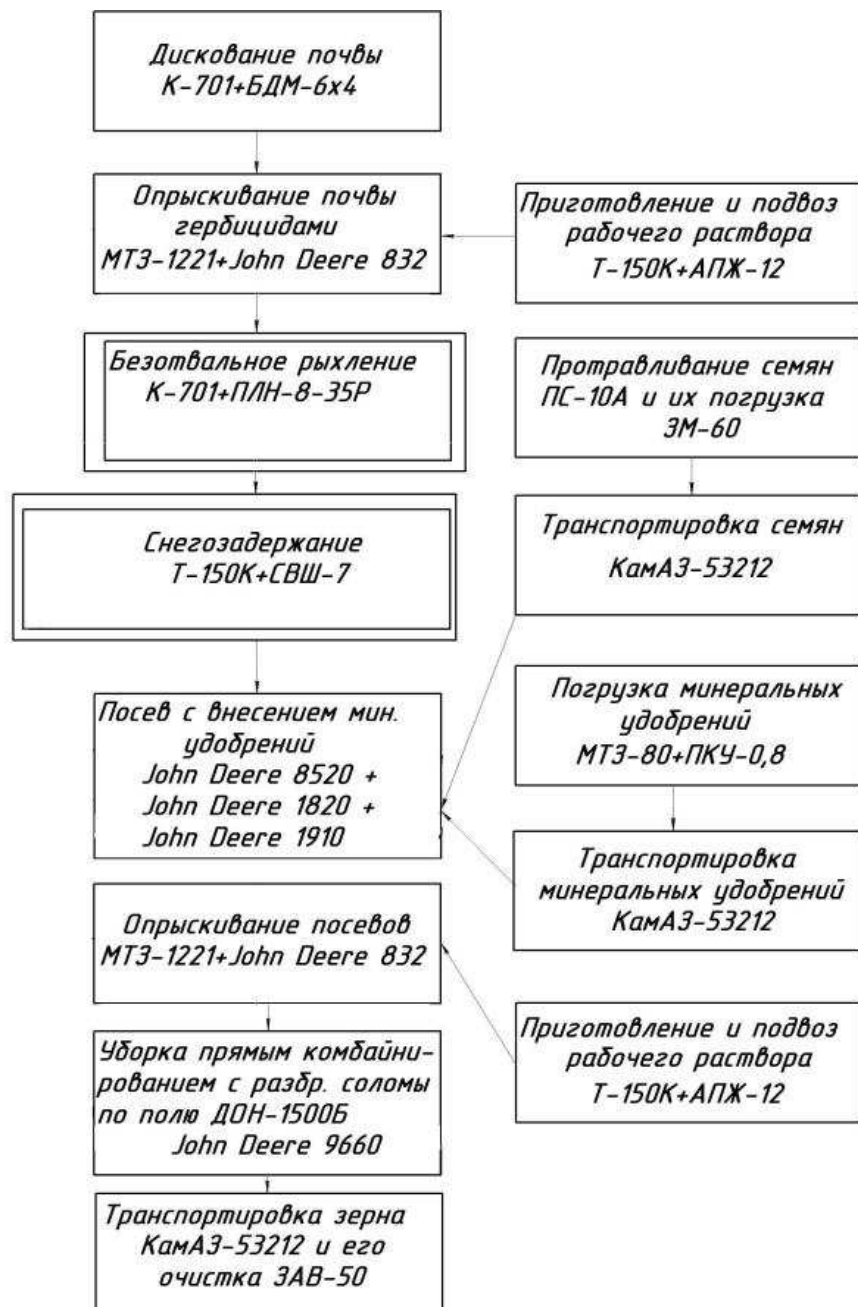


Рисунок 2.1 - Проектируемая структурно-технологическая схемы процесса возделывания зерновых

Определим количество агрегатов для выполнения всех операций в агротехнические сроки.

Дискование (мульчирование) почвы планируется проводить агрегатом в составе К-701+БДМ-6х4. Количество агрегатов для проведения операции определим по формуле

$$n = \frac{F}{\sum W \cdot T_{cm} \cdot m_{cm} \cdot Z_{mex} \cdot Z_{ny} \cdot D_p}, \quad (2.1)$$

где W часовая производительность, га/ч;

$$W = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot \tau,$$

$F=520$ га – площадь занятая зерновыми культурами; $T_{cm}=8$ ч; $m_{cm}=1,5$; $Z_{tex}=0,9$; $Z_{ny}=0,9$; рабочую скорость принимаем как среднюю по агротехническим требованиям $V=15$ км/ч; коэффициент использования времени смены $\tau=0,83$; $D_p=6$ (соответствует времени уборки предшественника). Результаты расчетов сведем в таблицу 2.1.

Опрыскивание проводят по мере появления всходов падалицы и сорняков контактными гербицидами опрыскивателем John Deere 832 с шириной захвата штанги до 36 м ($B_p=36$ м) в агрегате с тракторами МТЗ-1221. Рабочую скорость принимаем равной $V_p=12$ км/ч. Опрыскиватель работает в ультрамалообъемном режиме с нормой внесения до 40 л/га.

Безотвальную обработку почвы будем проводить плугом-рыхлителем ПЛН-8-35Р в агрегате с трактором К-701. Ширина захвата машины $B_p=2,8$ м, рабочая скорость $V_p=12$ км/ч; коэффициент использования времени смены принимаем равным $\tau=0,9$.

Снегозадержание производим широкозахватным снегопахом-валкователем СВШ-7 в агрегате с трактором Т-150К. Ширина захвата $B_p=7,2$ м. Рабочая скорость $V_p=8$ км/ч.

Посев с одновременным внесением удобрений проводится агрегатом состоящем из пневматической культиваторной сеялки John Deere 1820 с пневмоприцепом (бункером) John Deere 1910 в агрегате с трактором John Deere 8520. Ширина захвата сеялки $B_p=12,4$ м. Рабочая скорость $V_p=12$ км/ч. Электронная система управления позволяет перекрывать подачу семян и удобрений в сошники для образования технологической колеи по заранее выбранной программе.

Повторное опрыскивание уже посевов проводим по технологической колее с той же шириной захвата и на том же режиме работы агрегата.

Результаты расчетов сводим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Состав агрегатов и их количества для реализации проектируемой технологии возделывания зерновых

Наименование операции в технологии	Состав агрегатов	Производительность, га/ч	Потребное количество
1.Дискование почвы	К-701+БДМ-6х4	7,47	2
2.Опрыскивание	MT3-1221+ John Deere 832	35,6	1
3.Безотвальное рыхление	К-701+ПЛН-8-35Р	3,02	3
4.Снегозадержание	T-150K+СВШ-7	5,2	2
5.Посев	John Deere 8520+ John Deere 1820 + John Deere 1910	12,8	2
6.Опрыскивание	MT3-1221+ John Deere 832	35,6	1

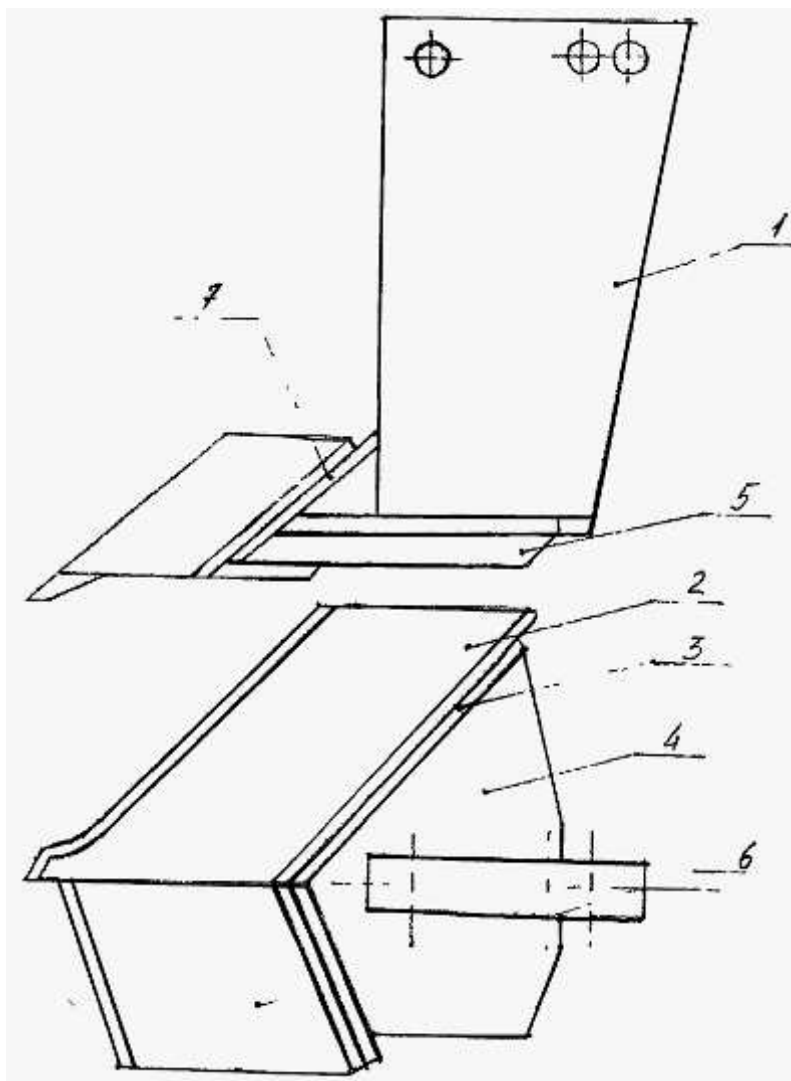
В дальнейшем, при приобретении хозяйством высокопроизводительной техники, появится возможность усовершенствовать технологию и полностью перейти к мульчирующей технологии возделывания ряда зерновых. Имея современную технику, большая часть из которой способна работать в системе позиционирования хозяйство планирует использовать в дальнейшем элементы координатного земледелия, и в частности при внесении удобрений и проведении операций по защите растений.

3 Конструкторская часть

3.1 Разработка схемы проектируемой машины

Проведенный анализ показал, что одним из путей снижения энергозатрат при обработке почвы является использование плугов-рыхлителей. В качестве объекта модернизации принят восьмикорпусной плуг ПЛН-8-35.

Рыхлящий корпус представлен на рисунке 3.1.



1 - стойка; 2 - правое крыло лемеха; 3 - подкрыльник правый; 4 - основание лапы; 5 - ребра жесткости; 6 - левое крыло лемеха; 7 - подкрыльник левый
Рисунок 3.1- Рыхлительный корпус.

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Пояснительная записка		
Разраб.	Валиев А.Ф.						
Пров.	Дмитриев А.В.						
Н.контр.	Дмитриев А.В.						
Утв.	Халиллин Д.Т.						
					Лит.	Лист	Листов
						1	
					Казанский ГАУ каф. МОА		

Для обеспечения безотвальной обработки разработана конструкция корпуса для безотвальной пахоты. В качестве исходной рыхлительной лапы принята конструкция стойки СибИМЭ. Переоборудование плуга общего назначения в плуг-рыхлитель заключается в замене штатных корпусов, предплужников и дискового ножа разработанными рыхлительными корпусами. Корпус крепится на раме плуга тремя болтами. Корпус состоит из стойки, основания, ребер жесткости и лемеха. Все детали сделаны из конструкционной стали.

Ширина захвата каждой лапы, как и штатного корпуса, составляет 35 см, угол раствора лемеха 100° , угол крошения 30° . Лемех состоит из левого и правого крыльев, они вырезаны из стандартных плужных лемехов и сварены электродами УОИЦ-13/65 или 13/55.

3.1.1 Определение ширины захвата плуга-рыхлителя

Ширина захвата плуга-рыхлителя рассчитывается по формуле

$$b = \frac{\lambda \cdot P_T}{\kappa \cdot a}; \quad (3.1)$$

где λ - коэффициент использования тягового усилия трактора;

$$\lambda = 0,75 \div 0,95$$

P_T - тяговое усилие трактора при рабочей скорости 10...12 км/ч;

a - глубина вспашки (предельная);

κ - удельное сопротивление почвы;

$$\kappa = 0,4 \div 0,6 \text{ кг} / \text{см}^2.$$

$$b = \frac{0,8 \cdot 5596}{0,5 \cdot 30} = 298 \text{ см}.$$

3.1.2 Определение количества лап

Число лап определяют из выражения

$$n = \frac{b}{b_l}; \quad (3.2)$$

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

где b_l - ширина захвата одной лапы; $b_l = 35 \text{ см}$.

$$n = \frac{298,5}{35} = 8,5 \approx 8$$

Принимаем $n=8$

3.1.3 Определение тягового сопротивления стрелчатой асимметричной лапы (корпуса)

Тяговое сопротивление стрелчатой асимметричной рыхлящей лапы, при расстановке рабочих органов по схеме плуга, равно

$$P_T = P_{cm} + P_l + P_n; \quad (3.3)$$

где P_{cm} - сопротивление почвы перемещению стойки;

P_l - сопротивление почвы перемещению левого лемеха;

P_n - сопротивление почвы перемещению правого лемеха.

Из источника [5] выпишем это уравнение в развернутом виде и рассчитаем его.

$$\begin{aligned} P_T = & K_{cm}^* \cdot K_o \cdot b_{cm} + (N_{l(l)} + N_{l(n)}) \cdot \sqrt{1 + f^2} \cdot \sin(Q + \varphi) + \\ & + (S_{l(l)} + S_{l(n)}) \cdot [\cos \psi_1 \cdot \sin Q + f \cdot \sin(\delta + \psi_1) \cdot \cos \alpha \cdot \cos Q] + \\ & + (G_{l(l)} + G_{l(n)}) \cdot (\sin \alpha'' + f \cdot \cos \delta) \cdot \cos \alpha'' \cdot \cos Q + \\ & + (N_{g(l)} + N_{g(n)}) \cdot [\sin Q \cdot \cos \psi_1 + f \cdot \sin(\delta + \psi_1) \cdot \cos \alpha'' \cdot \cos Q]; \end{aligned} \quad (3.4)$$

где K_{cm}^* - среднее удельное давление на стойку;

b_{cm} - ширина стойки;

$N_{l(l)}, N_{l(n)}$ - нормальное давление почвы на лезвия левого и правого лемехов;

$S_{l(l)}, S_{l(n)}$ - сопротивление почвы сдвигу левым и правым лемехами;

$G_{l(l)}, G_{l(n)}$ - сила тяжести пласта;

$N_{g(l)}, N_{g(n)}$ - сила динамического воздействия на лемеха;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ

Лист

6

$$G_1 = j \cdot g \cdot h_n \cdot \varepsilon \cdot \frac{(1 - f \cdot \sin \alpha \cdot \cos \delta)}{2 \cdot \operatorname{tg} Q}; \quad (3.5)$$

где j - плотность почвы; $j = 0,9 \text{ кг} / \text{см}^3$;

g - ускорение силы тяжести; $g = 9,8 \text{ м} / \text{с}^2$;

h_n - высота пласта на лемехе; $h_n = 20 \text{ см}$.

f - коэффициент трения; $f = 0,5$

Найдем силу тяжести пласта, действующую на левый лемех

$$G_{1(l)} = 0,9 \cdot 9,8 \cdot 20 \cdot 11,5 \cdot \frac{(1 - 0,5 \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ)}{2 \operatorname{tg} 50^\circ};$$

$$G_{1(l)} = 608,6 \text{ кг}.$$

На правый лемех

$$G_{1(n)} = 0,9 \cdot 9,8 \cdot 20 \cdot 23,5 \cdot \frac{(1 - 0,5 \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ)}{2 \operatorname{tg} 50^\circ};$$

$$G_{1(n)} = 1367,9 \text{ кг}.$$

Динамическое воздействие почвы на лемеха определяется так

$$N_g = j \cdot F_1'' \cdot \mathcal{G}^2 \cdot \sin Q \cdot \cos \psi_1 (1 - i_{\max}), \quad (3.6)$$

где F_1'' - площадь поперечного сечения пласта, разрушаемого клином;

$\mathcal{G}$ - скорость движения агрегата; $\mathcal{G} = 6 \text{ км} / \text{ч} = 1,5 \text{ м} / \text{с}$.

$i_{\max}$ - коэффициент.

$$i_{\max} = 1 - \cos \psi_1 = 1 - 0,17 = 0,83$$

Площадь поперечного сечения пласта, разрушаемого клином, находится из выражения

$$F_1'' = 0,5 \cdot h_o \cdot [(h_o \cdot \frac{\cos Q}{\operatorname{tg} \psi_1}) + 2 \varepsilon_n]; \quad (3.7)$$

Тогда для левого лемеха

$$F_{1(l)}'' = 0,5 \cdot 20 \cdot [(20 \cdot \frac{\cos 50^\circ}{\operatorname{tg} 80^\circ}) + 2 \cdot 11,5] = 252,7 \text{ см}^2;$$

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

Нормальное давление почвы на лезвия лемехов определяем по выражению для плоского косоугольного клина. Считаем для левого и правого лемехов

$$N_{\text{л}} = \frac{b \cdot t_k \cdot g_{\text{л}}}{\sin Q}; \quad (3.8)$$

где b - ширина захвата лемеха;

$b_{\text{п}} = 23,5 \text{ см.}$ правого лемеха;

$b_{\text{л}} = 11,5 \text{ см.}$ левого лемеха;

$t_{\text{л}}$ - толщина лезвия; $t_{\text{л}} = 0,5 \text{ см.};$

$g_{\text{л}}$ - удельное сопротивление почвы; $g_{\text{л}} = g_0 = 8,5 \text{ кг/см}^2$.

Q - угол раствора лап к направлению действия;

$$Q = 50^\circ; \sin Q = 0,766$$

$$N_{\text{л(п)}} = \frac{23,5 \cdot 0,5 \cdot 8,5}{0,766} = 130,4 \text{ кг.}$$

$$N_{\text{л(л)}} = \frac{11,5 \cdot 0,5 \cdot 8,5}{0,766} = 64,1 \text{ кг.}$$

Сопротивление почвы сдвигу левым и правым лемехами будет равно

$$S_1 = \tau_1 \cdot F_1; \quad (3.9)$$

где τ_1 - коэффициент чистого сдвига почвы; $\tau_1 = 1$;

F_1 - площадь плоскости сдвига.

Площадь плоскости сдвига для каждого лемеха считаем отдельно.

Для левого лемеха

$$F_{1(\text{л})} = \frac{b_{\text{л}} \cdot h_0}{\sin Q \cdot \sin \psi_1}, \quad (3.10)$$

где h_0 - глубина обработки почвы, $h_0 = 20 \text{ см.};$

ψ_1 - угол сдвига почвы, $\psi_1 = \frac{\pi - \alpha}{2}$;

α - угол наклона лемеха ко дну борозды; $\alpha = 30^\circ$,

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

значит,

$$\psi_1 = \frac{180-30}{2} = 80^\circ,$$

отсюда следует, что $\sin \psi_1 = 0,984$

Подставив, получим

$$F_{1(n)} = \frac{11,5 \cdot 20}{\sin 50^\circ \cdot \sin 80^\circ} = \frac{230}{0,766 \cdot 0,984} = 305,3 \text{ см}^2.$$

Тогда $S_{1(n)} = 1 \cdot 305,3 = 305,3 \text{ кг}.$

Для правого лемеха

$$F_{1(n)} = \frac{e_n^2 \cdot \operatorname{tg} \psi_2}{2 \sin Q \cdot (\sin \psi_1 + \cos \psi_1 \cdot \operatorname{tg} \psi_2 \cdot \cos Q)} + \frac{e_n \cdot \operatorname{tg} \psi_2 \cdot (e_n + h_0 \cdot \frac{\operatorname{tg} \psi_1 + \operatorname{tg} \psi_2 \cdot \cos Q}{\operatorname{tg} \psi_1 + \operatorname{tg} \psi_2})}{\sin Q \cdot (\sin \psi_1 + \cos \psi_1 \cdot \operatorname{tg} \psi_2 \cdot \cos Q)}, \quad (3.11)$$

где ψ_2 - угол, зависящий от физико-механических свойств почвы, геометрических параметров клина и глубины обработки.

Принимаем

$$\psi_2 = 30^\circ; Q = 50^\circ; \psi_1 = 80^\circ; \tau_1 = 1.$$

$$F_{1(n)} = \frac{23,5^2 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ}{2 \cdot \sin 50^\circ \cdot (\sin 80^\circ + \cos 80^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \cdot \cos 50^\circ)} + \frac{23,5 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \cdot (23,5 + 20 \cdot \frac{\operatorname{tg} 80^\circ + \operatorname{tg} 30^\circ \cdot \cos 50^\circ}{\operatorname{tg} 80^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ})}{\sin 50^\circ \cdot (\sin 80^\circ + \cos 80^\circ \cdot \operatorname{tg} 30^\circ \cdot \cos 50^\circ)}$$

$$F_{1(n)} = 197,9 + 389,9 = 587,8 \text{ мм}^2.$$

Тогда

$$S_{1(n)} = 1 \cdot 587,8 = 587,8 \text{ кг}.$$

Определим силу тяжести пласта, действующую на лемеха

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

$$F_{1(l)}'' = 237,5(\text{см}^2)$$

Для правого

$$F_{1(n)}'' = 0,5 \cdot 20 \cdot [(20 \cdot \frac{\cos 50^\circ}{\text{tg} 80^\circ}) + 2 \cdot 23,5];$$

$$F_{1(n)}'' = 492,5(\text{см}^2) .$$

Подставив значения, получим динамическое воздействие почвы на левый лемех

$$N_{g(l)} = 0,9 \cdot 237,5 \cdot 1,6^2 \cdot \sin 50^\circ \cdot \cos 80^\circ \cdot (1 - 0,83);$$

$$N_{g(l)} = 12,1 \text{ кг}.$$

На правый лемех

$$N_{g(n)} = 0,9 \cdot 492,5 \cdot 1,6^2 \cdot \sin 50^\circ \cdot \cos 80^\circ \cdot (1 - 0,83);$$

$$N_{g(n)} = 25,1 \text{ кг}.$$

Раскрыв члены уравнения, запишем его в числах, тогда тяговое сопротивление стрельчатой лапы будет равно

$$P_T = 20 \cdot 4 + (130,4 + 64,1) \cdot \sqrt{1 + 0,5^2} \cdot \sin(50^\circ + 30^\circ) + (305,3 + 587,8) \cdot [\cos 80^\circ \cdot \sin 50^\circ + 0,5 \cdot \sin(30^\circ + 80^\circ) \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos 20^\circ] + (608,6 + 1367,9) \cdot (\sin 30^\circ + 0,5 \cos 30^\circ) \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos 20^\circ + (12,1 + 25,1) \cdot [\sin 50^\circ \cdot \cos 80^\circ + 0,5 \sin(30^\circ + 80^\circ) \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos 20^\circ];$$

$$P_T = 1916,9 \text{ кг}.$$

Для работы с этим плугом применим трактор К-701А.

3.1.4 Боковая устойчивость стрельчатой асимметричной лапы (корпуса)

Уравнением боковой устойчивости стрельчатой лапы мы можем проверить правильность расчетов тягового сопротивления лапы.

Из источника [5] боковая устойчивость лапы определяется как разность тяговых сопротивлений правого и левого лемехов.

Равенство разности 0:

$$P_{T(l)} - P_{T(n)} = 0 \quad (3.12)$$

Раскроем

$$(N_{л(л)} - N_{л(н)}) \cdot \sqrt{1 + f^2} \cdot \cos Q + (S_{л(л)} + S_{л(н)}) \cdot [\cos \psi_1 \cdot \cos Q - f \sin(\delta + \psi_1) \cdot \cos \alpha'' \cdot \sin Q] + \\ + (G_{л(л)} + G_{л(н)}) \cdot \cos \delta \cdot \sin \delta \cdot \cos Q + (N_{г(л)} + N_{г(н)}) \cdot [\cos \psi_1 - f \sin(\delta + \psi_1) \cdot \cos \alpha'' \cdot \sin Q] = 0$$

В числах

$$(130,4 + 64,1) \cdot \sqrt{1 + 0,5^2} \cdot \cos 50^\circ + (305,8 + 587,8) \cdot [\cos 80^\circ \cdot \cos 50^\circ \cdot 0,5 \cdot \sin(30^\circ + 80^\circ) \cdot \\ \cos 30^\circ \cdot \sin 20^\circ] + (608,6 - 1367,9) \cdot \sin 30^\circ \cdot \cos 30^\circ \cdot \cos 50^\circ + (12,1 + 25,1) \cdot \\ [\cos 80^\circ - 0,5 \cdot \sin(30^\circ + 80^\circ) \cdot \cos 30^\circ \cdot \sin 20^\circ] - 0; \\ 190,5 - 12,2 - 1,36 - 205,3 \approx 0$$

Из вычислений следует, что корпус плуга рыхлителя (асимметричная стрельчатая лапа) рассчитана правильно. Боковая устойчивость его обеспечена.

3.1.5 Расчет стойки корпуса на прочность

Изгибающий момент, действующий на стойку, равен

$$M_{из} = P_1 \cdot H; \quad (3.13)$$

где P_1 - тяговое сопротивление стрельчатой лапы; P_1 - 1916,9 кГ;

H - расстояние от опорной плоскости до места крепления стойки к раме

$$H = (1,2 \div 1,25) \cdot \sqrt{a^2 + b^2}; \\ H = 1,2 \cdot \sqrt{30^2 + 35^2} = 54 \text{ см.} \quad (3.14)$$

Тогда изгибающий момент, действующий на стойку, равен

$$M_{из} = 1916,9 \cdot 54 = 103512,6 (\text{кГ} \cdot \text{см})$$

Напряжение изгиба $\sigma_{из}$ равно

$$\sigma_{из} = \frac{M_{из}}{W} \leq [\sigma_{из}]; \quad (3.15)$$

где W - момент сопротивления стойки изгибу;

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (3.16)$$

где b и h - ширина, и толщина стойки.

$$W = \frac{200 \cdot 50^2}{6} = 83333,3 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_{из} = \frac{1035126}{83333,3} = 12,4 \text{ кг / мм}^3$$

$$[\sigma_p] = 12 \div 14 \text{ кг / мм}^3$$

Прочность обеспечена, т.к. $\sigma_{из} \leq [\sigma_p]$

3.1.6 Расчет болтового соединения

С помощью болтов стойки корпусов крепятся к раме плуга. Это соединение нагружено моментом и силой сдвигающей детали в стыке.

При расчете соединения действие силы Q заменяем такой же по величине силой, приложенной в центре тяжести стыка. Найдем тот же момент от этой силы. Момент и сила стремятся сдвинуть стойку. Нагрузка от них уравнивается реакциями болтов.

Нагрузка от силы Q распределяется по болтам равномерно

$$P = \frac{Q}{Z}; \quad (3.17)$$

где Q - сила равная по величине P_T ;

Z - число болтов, $Z = 3$

$$P = \frac{1916,9}{3} = 639 \text{ кг}.$$

Нагрузки от момента распределяются по болтам пропорционально расстояниям болтов от центра тяжести стыка, который принимаем за центр поворота стойки при сдвиге. На рисунке 3.2. представлена схема для расчета болтового соединения.

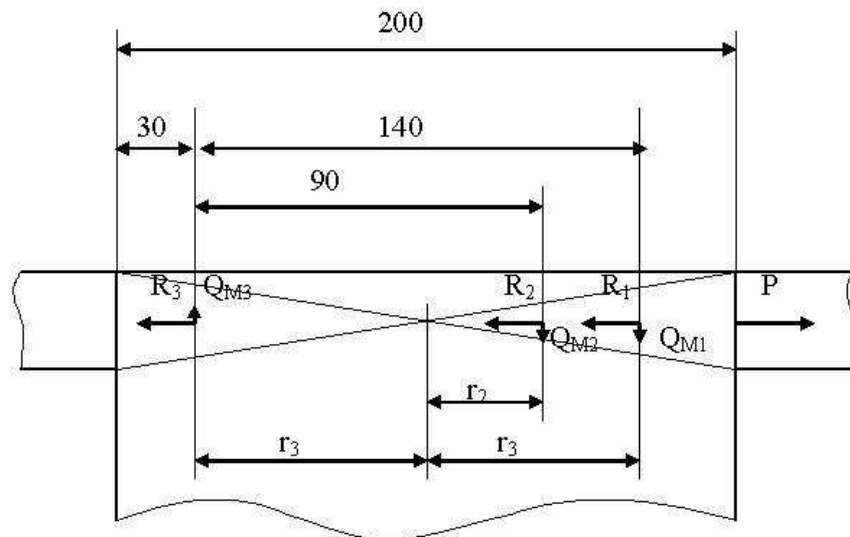


Рисунок 3.2 - Схема для расчета болтового соединения.

Условие равновесия запишется в виде

$$M = Q_{M_1} \cdot r_1 + Q_{M_2} \cdot r_2 + Q_{M_3} \cdot r_3, \quad (3.18)$$

но $Q_{M_1} = Q_{M_3}$, следовательно,

$$M = 2 \cdot Q_{M_1} \cdot r_1 + Q_{M_2} \cdot r_2; \quad (3.19)$$

Нагрузки от момента прямо пропорциональны радиусам

$$\frac{Q_{M_1}}{Q_{M_2}} = \frac{r_1}{r_2}.$$

Выразим Q_{M_2} через Q_{M_1}

$$Q_{M_2} = Q_{M_1} \cdot \frac{r_2}{r_1}; \quad \frac{r_2}{r_1} = \frac{20}{70} = 0,285;$$

$$Q_{M_2} = 0,285 \cdot Q_{M_1};$$

$$M = 2Q_{M_1} \cdot 70 + 0,285Q_{M_1} \cdot 20;$$

$$M = 145,7 \cdot Q_{M_1};$$

$$M = 1916,9 \cdot 540 = 1035126 (\text{кг} \cdot \text{мин})$$

$$Q_{M_1} = \frac{1035126}{145,7} = 7104,5 (\text{кг})$$

Суммарная нагрузка будет равна

$$R = \sqrt{P_1^2 + Q_M^2} = \sqrt{639^2 + 7104,5^2} = 7133,2 \text{ кГ}.$$

Определим диаметр наиболее нагруженного болта из условия прочности на срез

$$\tau = \frac{R}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot i} \leq [\tau]; \quad (3.20)$$

где d - диаметр болта;

i - число плоскостей среза.

Материал болта – сталь Ст.3.

Для этой стали $\sigma_T = 2200 \text{ кГ} / \text{см}^2$.

$$[\tau] = 0,8 \cdot \sigma_T = 0,8 \cdot 2200 = 1760 \text{ кГ} / \text{см}^2.$$

Найдем диаметр болта

$$d = \sqrt{\frac{4R}{\pi \cdot [\tau] \cdot 2}}; \quad (3.21)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 7133,2}{3,14 \cdot 1760 \cdot 2}} = 2,38 \text{ см}.$$

Принимаем $d = 24 \text{ мм}$.

Проверяем прочность болта на сжатие по формуле

$$\sigma_{cm} = \frac{R}{d \cdot h} \leq [\sigma_{cm}]; \quad (3.22)$$

где h - толщина стойки, $h = 4 \text{ см}$;

$$[\sigma_{cm}] = 0,8 \cdot \sigma_T = 0,8 \cdot 2200 = 1760 \text{ кГ} / \text{см}^2.$$

$$\sigma_{cm} = \frac{7104,5}{2,4 \cdot 4} = 740 \text{ кГ} / \text{см}^2.$$

Так как $\sigma_{cm} \leq [\sigma_{cm}]$, то условие прочности соблюдается.

3.1.7 Определение параметров опорного колеса

Параметры колес почвообрабатывающих машин зависят от режимов работы, почвенных условий и действующих нагрузок.

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

Величина реакции Q_1 , воспринимаемая одним опорным колесом, определяется как

$$Q = \frac{M}{\ell_k + f}; [15] \quad (3.23)$$

где M - заглубляющий момент, обеспечивающий нормальную глубину при работе плуга;

ℓ_k - расстояние от опорного колеса плуга до оси задних колес трактора;

$$f = 0,5 \cdot i, \quad (3.24)$$

где i - продольная база трактора,

$$i = 2546 \text{ мм}; f = 0,5 \cdot 2546 = 1276 \text{ мм}.$$

Найдем заглубляющий момент

$$M = B \cdot m; \quad (3.25)$$

где B - ширина захвата плуга, $B = 140$;

m - заглубляющий момент, приходящийся на 1 см. ширины захвата плуга,

$$m = 6 \div 8 \left(\frac{m \cdot M}{\text{см}} \right)$$

$$M = 140 \cdot 8 = 1120 (\text{кг} \cdot \text{м}) \quad [15]$$

Величина реакции равна

$$Q = \frac{1120}{1,1 + 1,273} = 485 \text{ кг}.$$

Диаметр опорных колес навесных машин определяется по формуле Грандвуане-Горячкина

$$D_{\delta} \geq \frac{Q}{\sqrt{g \cdot \sigma_{об} \cdot P_T^3}}; [15] \quad (3.26)$$

где Q - радиальное усилие, кг;

D_{δ} - диаметр колеса, см;

P_T - тяговое усилие, кг;

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

g - коэффициент объемного сопротивления почвы, $g = 1 : 2 \text{ кг} / \text{см}^3$;

$e_{об}$ - ширина обода, см. $e_{об} = \frac{Q}{k}$;

где k - допустимое усилие, кг/см; $k = 30 \text{ кг} / \text{см}$, [15]

$$e_{об} = \frac{485}{30} = 16,2 \text{ см.}$$

Принимаем ширину обода $e_{об} = 18 \text{ см.}$

Тогда диаметр колеса будет

$$D_{\phi} = \frac{485}{\sqrt{1 \cdot 18 \cdot 2^3}} = 44 \text{ см.}$$

$$D_{\phi} = 50 \text{ см.}$$

3.1.8 Расчет деталей механизма опорного колеса

Изгибающему моменту подвергается в опасном сечении ось опорного колеса.

Диаметр оси в этом сечении определяется как

$$d = \sqrt[3]{\frac{Q \cdot \ell}{0,1 \cdot R}}; [15] \quad (3.27)$$

где d - диаметр оси, см;

R - допустимое напряжение, кг/см²

для стали 45: $R = 1500 \div 2000 \text{ кг} / \text{см}^2$

$$d = \sqrt[3]{\frac{485 \cdot 12}{0,1 \cdot 1500}} = 3,4 \text{ см.}$$

Принимаем $d = 35 \text{ мм.}$

Стойка колеса испытывает сжатие от действия силы Q_Z , изгиб от силы Q_Z и Q_X , кручение от силы Q_X .

Определяем суммарное нормальное напряжение в опасном сечении

$$\sigma = \frac{Q_Z}{F} + \frac{Q_Z \cdot \ell}{W} + \frac{Q_X \cdot h}{W}; [15] \quad (3.28)$$

где F - площадь поперечного сечения стойки колеса, $F = 16 \text{ см}^2$;

h - высота стойки, $h = 54 \text{ см}$;

W - момент сопротивления изгибу.

Найдем составляющие силы Q :

$$Q_z = Q \cdot \cos \varphi,$$

принимаем $\varphi = 10^\circ$

$$Q_z = 485 \cdot \cos 10^\circ = 477 \text{ кг}.$$

$$Q_x = Q \cdot \sin 10^\circ = 485 \cdot \sin 10^\circ = 84,2 \text{ кг}.$$

Найдем моменты сопротивления.

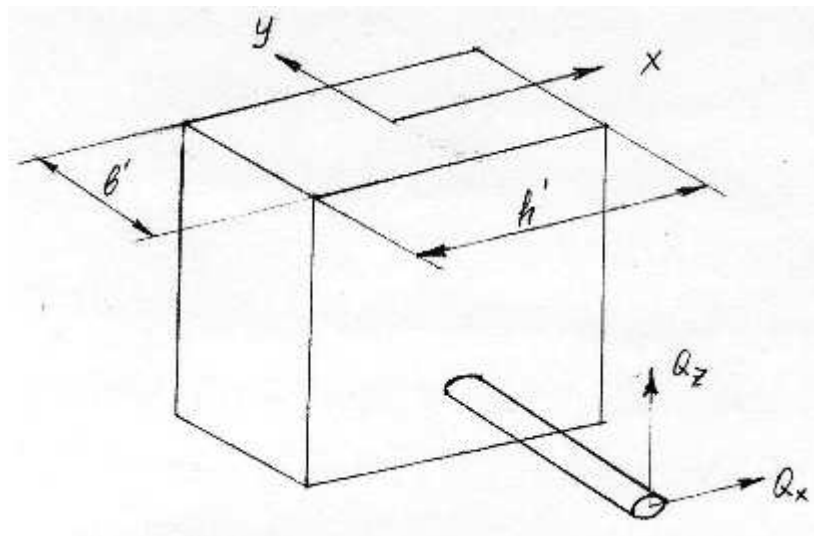


Рисунок 3.4 - Определение момента сопротивления.

$$w_x = \frac{h' (b')^2}{6}; \quad (3.29)$$

где h' и b' - ширина, и толщина стойки.

$$W_x = \frac{8 \cdot 2^2}{6} = 5,35 \text{ см}^3$$

$$W_y = \frac{b' (h')^2}{6} = \frac{2 \cdot 8^2}{6} = 21,3 \text{ см}^3$$

Суммарное нормальное напряжение равно

$$\sigma = \frac{485}{16} + \frac{477 \cdot 12}{21,3} + \frac{84,2 \cdot 54}{5,3} = 1106 \text{ кг/см}^2$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат

ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ

Лист

6

Касательное напряжение определим по формуле

$$\tau = \frac{Q_X \cdot \ell}{W_{кр}}, \quad (3.30)$$

где $W_{кр}$ - момент сопротивления кручению.

$$W_{кр} = \beta \cdot (\sigma')^3 \text{ при } \frac{h'}{\sigma'} = 4 \cdot \beta = 1,128 \quad [12]$$

$$W_{кр} = 1,128 \cdot 2^3 = 9 \text{ см}^3$$

Тогда касательное напряжение равно

$$\tau = \frac{84,2 \cdot 12}{9} = 110 \text{ кг/см}^2$$

Прочность стойки колеса определяется по приведенному напряжению

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}; [\sigma_{дон}] = 1500 \text{ кг/см}^2$$

$$\sigma_{np} \sqrt{1106^2 + 4 \cdot 110^2} = 1127,6 \text{ кг/см}^2$$

Так как $\sigma_{np} \leq [\sigma_{дон}]$, то прочность достаточна.

3.1.9 Подбор подшипников опорных колес

Типоразмер подшипника выбирается по коэффициенту работоспособности.

$$C = Q(n \cdot h)^{0,3}, \quad (3.31)$$

где Q - условная нагрузка, кг;

n - условная скорость вращения кольца, об/мин;

h - долговечность подшипника, час.

Условная нагрузка определяется как:

$$Q = (RK_K + mA) \cdot K_\sigma \cdot K_T, \quad (3.32)$$

где R - радиальная нагрузка, кг;

A - осевая нагрузка, кг;

K_K - кинематический коэффициент, отражающий снижение долговечности подшипника при вращении его наружного кольца, $K_K = 1,2$;

K_{δ} - коэффициент динамической нагрузки, зависящий от характера нагрузки, действующей на подшипник, $K_{\delta} = 1 \div 1,2$;

K_T - коэффициент, отражающий влияние повышения температуры подшипника на долговечность, $K_T = 1$;

m - коэффициент приведения осевой нагрузки к эквивалентной ей радиальной нагрузке, $m = 1,5$;

При этом осевая нагрузка

$$A = 1,3 \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

где β - угол контакта тел значения с дорожкой наружного кольца, $\beta = 12^{\circ}$.

$$A = 1,3 \cdot \operatorname{tg} 12^{\circ} = 0,28$$

Тогда $Q = [(490 \cdot 1,2) + 1,5 \cdot 0,28] \cdot 1,2 \cdot 1 = 705 \text{ кг}$.

Угловую скорость вращения кольца принимаем; $n = 64$ об./мин.

Долговечность подшипника; $h = 10000$ час.

Получив все данные можно вычислить коэффициент работоспособности подшипника

$$C = 705 \cdot (64 \cdot 10000)^{0,3} = 38775 \text{ Н}.$$

По этому коэффициенту работоспособности подбираем подшипник радиальный однорядный №7000307.

3.2 Безопасность жизнедеятельности

3.2.1 Меры безопасности при эксплуатации плуга-рыхлителя ПЛН-8-35Р

Анализируя вышеуказанные пункты данного раздела видно, что уровень безопасности при работе с данным агрегатом очень низок. Для повышения уровня безопасности и правильной организации работ я привожу некоторые требования безопасности, при соблюдении которых коэффициент травмоопасности по хозяйству не должен возрасти.

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

**Инструкция по технике безопасности при использовании
модернизированного агрегата ПЛН-8-35Р**

Общие требования безопасности

1. К работе допускаются люди не моложе 17 лет, имеющие документы на вождение трактора и освидетельствование медицинского осмотра, прошедшие вводный, первичный инструктаж, а инструктаж на рабочем месте.
2. Ознакомиться с устройством.
3. Рабочие, которые работают под линиями высокого напряжения, должны знать приёмы освобождения и оказания первой медицинской помощи.
4. Курить только в строго отведённых местах.
5. Не следует укрываться от грозы в кабинах тракторов, стогах, под деревьями; находиться за 50-100 метров от отдельно стоящих объектов.
6. Искрогаситель должен быть обязательно.
7. Заправка в светлое время суток на ровной поверхности.
8. Кабина трактора должна находиться в чистоте.
9. Средства пожаротушения должны находиться в специально отведенных, легкодоступных местах.
10. Пользоваться индивидуальными средствами защиты, защитными очками и рукавицами.

Требования безопасности перед началом работы

11. Проверить наличие и укомплектованность инструмента, средств пожаротушения, аптечки.
12. Стеклоочистители должны обеспечивать качественную очистку стекла.
13. Проверить исправность тормозов, муфты сцепления.
14. Проверить звуковой сигнал.
15. Двери, стёкла должны быть без трещин плотно закрываться.
16. Все звенья агрегата должны соответствовать требованиям ГОСТа.
17. Проверить ёмкость под давлением.
18. Проводится пробная полоса, ознакомиться с полем.

					<i>ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

Требования безопасности во время работы

19. Во-время работы нельзя находиться в кабине посторонним лицам.

20. Во-время работы никто не должен находиться на агрегате, впереди его и рядом с ним.

21. Подъезд к полю надо осуществлять с подветренной стороны и также подходить к агрегату.

22. Очистку, регулировку и устранение возникших неисправностей агрегата необходимо производить специальными приспособлениями при заглушенном двигателе и надёжных подставках.

23. Во-время поворота и разворота нужно следить, чтобы в пределах досягаемости агрегата не было людей и животных.

24. Во-время ремонта все работы прекратить.

25. При сильном ветре удалиться от высоковольтных линий.

Требования безопасности в чрезвычайных ситуациях

26. Во-время забивания рабочих органов, регулировки и устранения неисправностей тракторист обязан:

- поднять агрегат и выехать с обрабатываемой полосы;
- встать на ровной площадке, опустить агрегат и заглушить трактор;
- взять щётку по металлу и очистить агрегат;
- после очистки механизатор заводит трактор, поднимает агрегат и проверяет рабочие органы, затем он продолжает работу.

27. В случае соприкосновения линии электропередач, не покидая рабочего места немедленно остановить трактор, сигналом привлечь внимание наблюдающего, который сообщит о случившемся на станцию электрических сетей. До прибытия сотрудников С.Э.С. не предпринимать никаких действий. Если трактор загорелся, то надо нужно покинуть трактор не соприкасаясь одновременно с трактором и землёй, и отойти на 25 метров. О случившемся сообщить руководителю. До прибытия специальной бригады ничего не предпринимать. Организовать охрану происшествия.

					<i>ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

28. При возникновении опасности удара молнией: заглушить трактор и покинуть его на 20 метров, защищаясь от грозы, запрещается подходить к отдельно стоящим объектам. Укрываться в специально оборудованном молниезащитном вагончике.

29. При отравлении выйти на свежий воздух и по возможности обратиться к врачу. При ожогах и попаданиях в глаза промыть водой и очистить.

30. При ремонте рабочих органов под поднятый агрегат подставлять специальные подставки, предотвращать случайное опусканий и падение. Ремонт производить в спецодежде и средствах индивидуальной защиты и специальными исправными инструментами.

Требования безопасности по окончании работ

31. По окончании работ остановиться на краю поля, очистить трактор и агрегат специальными инструментами.

32. Привести в порядок рабочее место.

33. Доложить руководителю работ о всех неисправностях и замечаниях в процессе работы.

3.2.2 Расчет подставки для фиксации агрегата в поднятом положении

При обслуживании агрегата используется подставка. Расчёт сводится к определению опорной поверхности и прочности стойки. Определяем прочность опорной поверхности. На опору действует сила $P=10$ кН. Условимся, что подставка провалится на вспаханном поле не более чем на 5 см. сопротивление почвы равно 0.327 Н/м^2 .

$$F_{OT} = \frac{P}{0.3 * 5} \text{ см}^2$$

$$a = \sqrt{666,6 - 25.8} = 258$$

Примем $a = 260 \text{ мм.}$, $D = 50 \text{ мм.}$

Площадь сечения

$$F \geq \frac{P}{\sigma}$$

$\sigma = 0.19 \text{ кН / м}^2$ - для стали

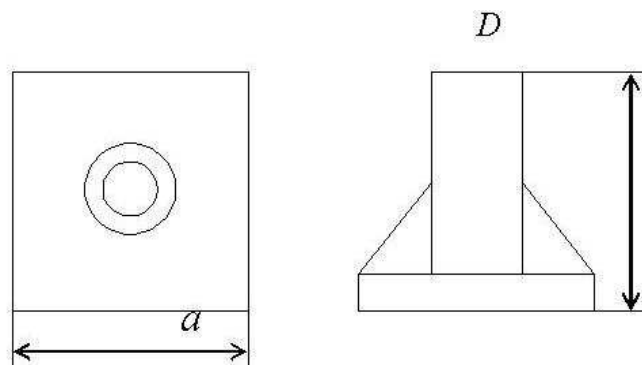


Рисунок 3.2.1- Схема подставки для фиксации плуга-рыхлителя при ТО

$$F \geq \frac{10}{0.19} = 51 \text{ см}^2$$

$$d = \sqrt{D - \frac{a * F}{\pi}} = 4.9 \text{ см} = 49 \text{ мм}$$

Принимаем трубу с $D = 55 \text{ см}$, $d = 48 \text{ мм}$ по ГОСТ 3262-75. Высоту подставки h принимаем, учитывая расстояние от опорной поверхности лемехов до нижней плоскости рамы и глубину утопания $h = 450 \text{ мм}$. Одевается трубой вниз в специальные кольца на раме агрегата.

3.3 Расчет экономической эффективности конструкции

В выпускной квалификационной работе предложена конструкция плуга рыхлителя для основной обработки почвы.

Экономический эффект достигается:

Уменьшением тягового сопротивления плуга за счёт установки сибирских стоек взамен корпусов. Обеспечивается дополнительное крошение почвы и как следствие увеличивает урожайность возделываемой культуры. Кроме того, за счёт установки левого крыла лемеха уменьшается тяговое сопротивление.

Для определения экономической эффективности внедрения в производство конструктивной разработки необходимо рассчитать затраты на изготовление [4].

Расчёт затрат на изготовление определяется:

$$C_{ц}^u = C_{к.д} + C_{о.д} + C_{п.д} + C_{сб.н} + C_{оп} , \quad (3.6)$$

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

где $C_{к.д}$ - стоимость изготовления корпусных деталей, руб;
 $C_{о.д}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб;
 $C_{п.д}$ - цена покупных деталей, изделий, агрегатов, руб;
 $C_{сб.н}$ - полная заработная плата (с отчислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб;

$C_{оп}$ - общепроизводственные расходы, руб;

Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле:

$$C_{к.д} = Q_k \cdot C_{т.д}, \quad (3.7)$$

где Q_k - масса материала израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{т.д}$ - средняя стоимость 1 кг готовых деталей, руб/кг.

$$Q_k=60\text{кг}; C_{т.д}=26 \text{ руб/кг.}$$

$$C_{к.д} = 60 \cdot 26 = 1560 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление оригинальных деталей определяются:

$$C_{о.д} = C_{пр.1п} + C_{м1}, \quad (3.8)$$

где $C_{пр.1п}$ - заработная плата рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, руб;

$C_{м1}$ - стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей [руб];

C_3 - стоимость материала заготовок, руб;

Полная заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей определяется:

$$C_{пр.1п} = C_{пр1} + C_{д1} + C_{соц1}, \quad (3.9)$$

где $C_{пр.1п}$ -заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей [руб];

$C_{д1}$ - дополнительная заработная плата, руб;

$C_{соц1}$ -начисления по социальному страхованию, руб;

$$C_{пр1} = t_1 \cdot C \cdot K_t \cdot n, \quad (3.10)$$

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		

где t_1 - средняя трудоёмкость изготовления отдельно оригинальных деталей, чел·ч;

$C_{\text{ч}}$ - часовая ставка рабочих по среднему разряду, руб;

$K_{\text{д}}$ -коэффициент учитывающий дополнительную оплату к основной заработной плате;

n -количество деталей, шт.

$t_1=2$ чел·ч; $C_{\text{ч}}=20,20$ руб – для третьего разряда;

$K_{\text{д}}=1.03$; $n=20$ шт.

$C_{\text{нр1}} = 2 \cdot 20,20 \cdot 1,03 \cdot 20 = 832,24$ руб.

$$C_{\text{д1}} = \frac{(5..12)C_{\text{нр1}}}{100}, \quad (3.11)$$

Отсюда дополнительна заработная плата [руб]:

$$C_{\text{д1}} = \frac{10 \cdot 832,24}{100} = 83,224 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{1,26 \cdot (C_{\text{нр1}} + C_{\text{д1}})}{100}, \quad (3.12)$$

Отсюда начисления на социальное страхование, руб:

$$C_{\text{соц}} = \frac{1,26 \cdot (832,24 + 83,224)}{100} = 11,54 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата на изготовление оригинальных деталей равна:

$$C_{\text{пр.1п}}=832,24+83,224+11,54=927 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для оригинальных деталей определяется, руб:

$$C_{\text{М1}} = C_1 \times Q_3, \quad (3.13)$$

где C_1 -цена 1 кг материала заготовки, руб;

Q_3 - масса заготовок, кг.

$C_1=26$ руб/кг; $Q_3=60$ кг.

$$C_{\text{М1}} = 26 \cdot 60 = 1560 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{О.д}}=927+1560=2487 \text{ руб.}$$

Цена покупных изделий берётся по прейскуранту. Так как модернизируемый чизельный плуг за исключением рамы, пружины предохранителя, стандартных крепёжных изделий полностью меняется, то за стоимость покупных деталей можем принять стоимость самой модернизируемой машины.

$$C_{п. д.} = 95 \text{ тыс.руб.}$$

Заработная плата рабочих, занятых на сборке определяется:

$$C_{сб.н} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб} \quad (3.14)$$

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot K_t, \quad (3.15)$$

где $T_{сб}$ - нормативная трудоёмкость на сборочных работах, чел·ч.

$$T_{сб} = K_c \times \sum t_{сб}, \quad (3.16)$$

где K_c -коэффициент учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки;

$t_{сб}$ - трудоёмкость составных частей конструкций, чел·ч.

$$K_c=1,08; t_{сб}=150 \text{ чел·ч.}$$

$$T_{сб}=1,08 \cdot 150=162 \text{ чел·ч.}$$

$$C_{сб} = 162 \cdot 20,20 \cdot 1,03 = 3370,57 \text{ руб} ;$$

Дополнительная заработная плата, руб.:

$$C_{д.сб} = \frac{(5..12) \cdot C_{сб}}{100}, \quad (3.17)$$

$$C_{д.сб} = \frac{10 \cdot 3370,57}{100} = 337,06 \text{ руб.}$$

$$C_{соц} = \frac{1,26 \cdot (C_{сб} + C_{д.сб})}{100}, \quad (3.18)$$

$$C_{соц} = \frac{1,26(3370,57 + 337,06)}{100} = 33,5 \text{ руб};$$

Полная заработная плата [руб].:

$$C_{сб.н}=3370,57+337,06+33,5=3741,13 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление, руб.:

$$C_{оп} = \frac{C_{пр}^1 \cdot K_{оп}}{10}, \quad (3.19)$$

где $C_{пр}^1$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$K_{оп}$ - коэффициент общепроизводственных расходов, %.

$$K_{оп}=15...18\%.$$

$$C_{пр}^1 = C_{пр1} + C_{сб}, \quad (3.20)$$

$$C_{пр}^1 = 927 + 3370,57 = 4297,57 \text{ руб.}$$

$$C_{он} = \frac{4297,57 \cdot 16}{10} = 6876,1 \text{ руб}$$

$$C_{ц}^И = 95000 + 2487 + 3741,13 + 6876,1 = 108104,2 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость чизельного плуга ПЧ-2,5

$$Б_с = 95000 \text{ руб.}$$

Стоимость разработанного плуга ПЧ-2,5М

$$C_{ц} = 108104,2 \text{ руб.}$$

Эксплуатационные затраты на единицу работы разработанного плуга:

$$\mathcal{E}_{зр} = A + P + C + Z,$$

где $\mathcal{E}_{зр}$ - эксплуатационные затраты на единицу работы, руб.

Амортизационные отчисления на единицу обрабатываемой площади, руб/га:

$$A = \frac{C_{ц} \cdot H}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{ср}}, \quad (3.21)$$

где $H=12.5\%$ - общая норма отчислений;

$T_{ср}$ - годовая фактическая загрузка машин, ч;

$$T_{ср} = 400 \text{ ч.}$$

$$A = \frac{108104,2 \cdot 20,20}{100 \cdot 2,8 \cdot 400} = 19,5 \text{ руб/га}$$

Отчисления на ремонт чизельного плуга ПЧ-2,5 составляет $H=22\%$

$$P = \frac{95000 \cdot 22}{100 \cdot 2,6 \cdot 400} = 20,09 \text{ руб / га.};$$

					ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

Стоимость ГСМ при расчёте на единицу работы:

$$C = q \cdot C_{ГСМ}, \quad (3.22)$$

где q -расход топлива на единицу работы, кг;

$C_{ГСМ}$ - комплексная стоимость ГСМ, руб;

$$Q=16,4\text{кг/га}; C_{ГСМ}=29 \text{ руб/кг}.$$

$$C = 16,4 \cdot 29 = 475,6 \text{ руб/га};$$

Заработная плата механизатора определяется по формуле:

$$З = \frac{K_{д} \cdot T_{с}}{W_{ч} \cdot \tau_{см}}, \quad (3.23)$$

где $K_{д}=1,03$ - коэффициент дополнительной оплаты;

$T_{с}=20,20$ руб - тарифная ставка по разрядам;

$W_{ч}=2$ га/час- часовая производительность агрегата;

$\tau_{см}=0,85$ -коэффициент использования времени смены.

$$З = \frac{1,03 \cdot 20,20}{2 \cdot 0,85} = 12,3 \text{ руб/га}.$$

Эксплуатационные затраты на плуг ПЧ-2,5М

$$\Xi = 20,09 + 12,3 + 19,5 + 475,6 = 527,49 \text{ руб/га}.$$

По данным Подскребко М.Д. при увеличении степени крошении почвы до 10% урожайность с/х культур увеличивается до 8-10 %. Поскольку при обработки предлагаемым орудием степень крошения почвы повышается следует ожидать увеличения урожайности. Предположим, урожайность увеличивается на 5 %.

Тогда срок окупаемости составит:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Xi_{100}}, \quad (3.24)$$

$$T_{ок} = \frac{13104,2}{80000} = 0,16 \text{ года}.$$

3.4 Экологическая часть

Природа и ее богатства являются национальным достоянием народов России, естественной основой их устойчивого социально-экономического развития и благосостояния человека.

Закон об охране природы в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия призван способствовать формированию и укреплению экономического правопорядка и обеспечению экологической безопасности на территории РФ и республик в составе РФ.

Повышение плодородия земель достигается путем интенсификации сельскохозяйственного производства. Это приводит ко все возрастающему нарушению баланса энергии.

Химические удобрения быстро повышают продуктивность почвы испособствуют загрязнению почвы посторонними примесями. В отличии от всех других загрязняющих веществ пестициды преднамеренно распыляются в естественной среде для уничтожения вредителей различных сельскохозяйственных культур.

Современные пестициды, как правило, являются органическими синтезированными веществами. Они делятся на следующие категории: фунгициды, служащие для борьбы с грибками, гербициды, позволяющие уничтожать сорняки, инсектициды для борьбы с вредными насекомыми и другие виды.

За последнее время число пестицидов сильно увеличилось.

Современные инсектициды воздействуют на вредителей при поедании насекомыми наземной части обработанный ядохимикатами растений. некоторые инсектициды достаточно хорошо испаряются и могут поражать насекомых через дыхательные пути.

					<i>ВКР35.03.06.233.20.ЧПВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		6

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

Выводы и предложения

Подводя итоги предлагаемой работы, сущность которой заключается в совершенствовании механизации возделывания ячменя с разработкой корпуса плуга, можно сделать следующие выводы и предложения.

На основании опыта работы существующих технологий возделывания зерновых культур и конструкций плугов для безотвальной обработки почвы, в проекте разработана технология комбинированной обработки почвы.

Разработана операционно-технологическую карту на безотвальную подготовку почвы агрегатом.

Для обеспечения безотвальной обработки разработана конструкция корпуса для безотвальной пахоты. В качестве исходной рыхлительной лапы принята конструкция стойки СибИМЭ. Переоборудование плуга общего назначения в плуг-рыхлитель заключается в замене штатных корпусов, предплужников и дискового ножа разработанными рыхлительными корпусами.

Произведен расчет основных конструктивных и технико-экономических показателей использования предлагаемого агрегата.

Годовая экономия от внедрения разработанного и предлагаемой конструкции при площади 100га прибыль составит 80000руб, при сроке окупаемости затрат 0,16 года.

Список литературы

1. Вострухин, Н. П. Безотвальная обработка почвы в севообороте. Научные исследования и практическое применение / Н.П. Вострухин. - Москва: Машиностроение, 2013. - 382 с.
2. Кородецкий, Александр Безотвальная обработка почвы на приусадебном участке. Умные агротехнологии / Александр Кородецкий. - М.: Питер, 2012. - 128 с.
3. Кувайцев, В. Н. Машины и орудия для обработки почвы / В.Н. Кувайцев. - М.: Бибком, 2013. - 626 с.
4. Руденко, В.Н. Механическая обработка почвы. Учебное пособие / В.Н. Руденко. - М.: КноРус, 2016. - 632 с.
5. Воробьев В.И., Чижик Н.М., Орловский И.Ф. Определение кинематических характеристик и технико-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов /Методические указания к лабораторно-полевым работам. - Горки, 2013. - 26 с.
6. Земледелие / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин и др.; Под ред. А. И. Пупониной. - М.: КолосС, 2014. -552 с.: ил. - (Учебникии учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
7. Добышев А.С., Петровец В.Р. Сельскохозяйственные машины. - Мн.: Ураджай, 2013. - 154 с.
8. Коженкова К.И., Будько Ю.В., Добыш Г.В. Технология механизированных сельскохозяйственных работ. - Мн.: Ураджай, 2014. - 375 с.
9. Сельскохозяйственные машины/ Халанский В. М., Горбачев И. В. -М.; Колосс, 2013. -624 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
10. Растениеводство / Г.С. Посыпалов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др.; под ред. Г.С. Посыпалова. - М.: КолосС, 2014. - 612 с.