

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 пшеницы с модернизацией молотильно-сепарирующего устройства зерноуборочного комбайна*

Шифр

ВКР.35.03.06.217.20.

Студент группы Б262-07У



Мухамадеев А.Г.

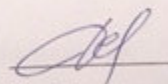
Руководитель к.т.н., доцент



Халиуллин Д.Т.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № 7 от 5 февраля 2020)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент



Халиуллин Д.Т.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Сидорова Романа Андреевича на тему: «Механизация возделывания озимой пшеницы с разработкой селялки-культиватора»

Работа состоит из пояснительной записки на 64 странице машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 4 рисунка, 6 таблиц, 30 формул. Список использованной литературы содержит 22 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы выпускной квалификационной работы.

В первом разделе приведены результаты анализа технологии возделывания озимой пшеницы и рассмотрены вопросы ресурсосберегающих технологий.

В технологической части рекомендовано внедрение в производство мелкой поверхностной обработки почвы взамен отвальной вспашки и применение комбинированных агрегатов и машин для других операций.

В конструкторской части приведена разработка модернизированной селялки-культиватора СЗС-2,1М, у которой впереди сошников устанавливается штанговое приспособление. Это позволяет повысить качество обработки почвы и снизить тяговое сопротивление селялки.

В соответствии с заданием разработаны мероприятия по охране труда и экологической безопасности.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

For final qualifying work R.A. Sidorova on the theme: "The Mechanization of winter wheat cultivation with the development of seeder-cultivator»

The work consists of an explanatory note on 64 pages of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 4 figures, 6 tables, 30 formulas. The list of references contains 22 titles.

The introduction substantiates the relevance of the theme of final qualifying work.

The first section presents the results of the analysis of the technology of winter wheat cultivation and considers the issues of resource-saving technologies.

In the technological part it is recommended to introduce in the production of shallow surface tillage instead of plowing and the use of combined units and machines for other operations.

The design part shows the development of the modernized seeder-cultivator ESS-2,1 M, which is installed in front of the coulters rod device. This allows to improve the quality of tillage and reduce the pulling resistance of the seeder.

In accordance with the task, measures for occupational health and environmental safety have been developed.

The note concludes with conclusions and proposals.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ	9
1.1 Значение озимой пшеницы, ее преимущества и особенности	9
1.2 Анализ применяемых технологий в Среднем Поволжье	10
1.3 Анализ комбинированных посевных машин и агрегатов	16
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	20
2.1 Предлагаемая ресурсосберегающая технология возделывания озимой пшеницы	20
2.2 Технологические расчеты	24
2.3 Безопасность труда при проведении полевых работ	37
2.4 Охрана окружающей среды	39
2.5 Физическая культура на производстве	42
КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА	44
3.1 Обоснование модернизации сеялки-культиватора СЗС 2,1	44
3.2 Конструктивный расчет	46
3.3 Расчет экономической эффективности конструкции	53
3.4 Техника безопасности при работе посевного агрегата	58
ВЫВОДЫ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	63
ПРИЛОЖЕНИЯ	65

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство нашей страны создает свыше четверти ее национального дохода. Из его продукции производится более 70% товаров народного потребления, почти весь объем продуктов питания отечественного производства. Однако в последние годы экономическое положение села становится все хуже из года в год, наблюдается спад производства во всех отраслях сельского хозяйства.

К этой ситуации необходимо повышать производительность отраслей сельского хозяйства и снижать себестоимость продукции. Это возможно при применении научно обоснованных технологий, которые должны разрабатываться для каждой почвенно-климатической зоны и даже для отдельно взятых хозяйств.

В растениеводстве необходимо применять ресурсосберегающие технологии возделывания с/х культур. Они позволяют не только сократить, но и даже повышать плодородие почв, а так же сократить затраты на производство продукции.

Особое внимание при внедрении новых технологий должно отводиться подготовке специалистов сельского хозяйства. Они должны иметь хорошую теоретическую подготовку, знать экономические законы развития, уметь применять полученные знания на практике.

В этой связи, вопрос о применении ресурсосберегающих технологий имеет большое значение.

Поэтому, целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии возделывания озимой пшеницы с модернизацией комбинированной зерновой севалки-культиватора СЗС-2,1М

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи проектирования

- произвести обзор литературы современных технологий возделывания озимой пшеницы с учетом машинных технологий средств механизации;

- обосновать и разработать ресурсоэнергосберегающую технологию возделывания озимой пшеницы;
- провести модернизацию стерневой зерновой селки культиватора для повышения качества посева зерновых культур;
- разработать мероприятия по охране труда и охране окружающей среды при выполнении полевых механизированных работ;
- дать технико-экономическую оценку конструкторской разработке.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

1.1 Значение озимой пшеницы, ее преимущества и особенности

Ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна – ключевая проблема сельского хозяйства, решение которой в немалой степени зависит от совершенства сельскохозяйственных машин, оборудования и технологий возделывания культур [3].

Особое внимание уделяется созданию и внедрению машин для индустриальных технологий производства сельскохозяйственных культур.

Совмещение технологических операций путем более широкого применения комбинированных машин и агрегатов рассматривается как одно из основных направлений дальнейшего развития механизации полеводства.

Озимая пшеница по биологическим особенностям отличается от яровой тем, что вегетационный период ее начинается осенью в год посева и заканчивается летом следующего года. Эта культура обладает большими потенциальными возможностями по сравнению с яровыми, поскольку может использовать для роста два наиболее благоприятных периода осень и весну. В теплотую часть осеннего периода до наступления зимы она развивает мощную корневую систему и кустится.

Возобновляя вегетацию ранней весной, задолго до посева яровых зерновых, озимая пшеница лучше использует влагу, накопленную в посеве за осенне-зимний период. Благодаря хорошо развитой осенью корневой системе, ей доступна влага из более глубоких слоев почвы. Период вегетации эта культура завершает значительно раньше яровых, что часто позволяет избегать отрицательного воздействия засухи, в немалой степени способствует гарантированному урожаю [16].

1.2 Анализ применяемых технологий в Среднем Поволжье

Ускоренное и устойчивое наращивание производства зерна зависит от совершенства сельскохозяйственных машин, оборудования и технологий возделывания культур.

Важнейшим звеном в системе мероприятий по обеспечению высокой культуры земледелия и получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур является обработка почвы. Успехи в возделывании культур во многом зависят от сроков и качества обработки почвы, а последняя - в свою очередь - от способов ее проведения и совершенства конструкции машин.

В каждой природной зоне есть специфические условия и главные факторы, резко ограничивающие повышение эффективного плодородия почвы и получение высоких культур.

В условиях Среднего Поволжья к таким факторам относится почвенная влага. Быстрый переход от холодной зимы к жаркому лету, сухость атмосферного воздуха, ветры, значительная интенсивность испарения и богатство солнечного освещения создают дефицитность влаги и делают земледелие рискованным [15].

Кроме того, характерной особенностью Среднего Поволжья является наличие большой опасности проявления водной и ветровой эрозии почв. Это связано с большой распаханностью земель, достигающей 75-85%, сильно выраженным рельефом и засушливостью климата. В Самарской области из общей площади сельскохозяйственных угодий 3,95 млн.га., процессам водной эрозии подвержено 1,28 млн.га или 32,4%, ветровой – 59,8 тыс.га. кроме того, 1,77 млн.га. пашни опасны в отношении проявления эрозии.

Исходя из этого, все приемы обработки почвы и их сочетания при возделывании зерновых культур должны быть направлены:

- на максимальное накопление, сбережение и продуктивное использование почвенной влаги;
- на защиту почвы от водной и ветровой эрозии;

- на сохранение почвенного плодородия и обеспечение его расширенного воспроизводства;
- на обеспечение эффективной защиты растений от сорняков, болезней и вредителей.

В настоящее время исследования позволили ученым нашей страны и за рубежом сформулировать и предложить несколько направлений по способам и системам обработки пахотных земель [15].

1. Ежегодная вспашка отвальными плугами для устранения разнорачаственности по плодородию обрабатываемого слоя.
2. Безотвальная обработка с чередованием глубоких (безотвальным плугом) и мелких рыхлений дисковыми орудиями в севооборотах с короткой ротацией.
3. Сочетание безотвального рыхления на различную глубину с периодической вспашкой.
4. Плоскорезная (почвозащитная) обработка с сохранением стерни и других растительных остатков на поверхности полей с целью защиты почвы от ветровой эрозии.
5. Минимальная обработка и без обработки (нулевая) в целях сохранения плодородия почвы, устранения ее переуплотнения, сокращения непроизводительных трудовых и энергетических затрат.

Перечисленные направления в обработке почвы имеют теоретические обоснования, базируются на разных системах машин и применяются в различных странах и зонах России [4].

Плужная обработка почвы является самым древним и до последнего времени наиболее распространенным приемом земледелия в мире.

Она в наибольшей степени соответствует сложившейся системе машин для предпосевной и послепосевной обработки почвы, обеспечивает более эффективную борьбу с сорняками в сравнении с другими способами, способствует выравниванию эффективного плодородия слоев почвы на глубину ежегодной обработки.

Такая обработка оправдана на тяжелых, бесструктурных почвах и в некоторых зонах достаточного увлажнения или при орошении.

В засушливых районах, где в почве много воздуха и мало воды, интенсивная отвальная обработка не оправдала возлагаемых на нее надежду, а в некоторых местах привела к усиленной эрозии, снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур при возрастающих затратах труда и средств на их возделывание.

С учетом складывающихся типичных погодных условий в Среднем Поволжье в летне-осенний период весьма эффективна для накопления влаги система зяблевой обработки с предварительными мелкими рыхлениями почвы [16].

В этом случае создается на поле мульчирующий слой, сокращающий потери остаточной влаги в почве, уничтожаются вегетирующие сорняки. По сравнению с непаханной, такая почва способна лучше усваивать влагу выпадающих осадков. Она позволяет также разгрузить напряженность пахотных работ в хозяйствах с большим удельным весом ранних зерновых культур [4].

По данным большинства опытных учреждений Поволжья, зябь с предварительным лушением стерни равноценна по эффективности ранней июльско-августовской.

В степной зоне Среднего Поволжья, где климат более засушливый, а поля открытые, более эффективна безотвальная основная обработка почвы. По сравнению с отвальной она улучшает водный режим почвы, обеспечивает большую устойчивость и защиту почвы от водной и ветровой эрозии, повышает урожайность зерновых в остро-засушливые годы на 3-4 ц/га [5].

Особое влияние на водный режим почвы при плоскорезной обработке оказывает сохраняющаяся в ненарушенном состоянии стерня. Она способствует большему, чем по вспашке, накоплению снега, меньшему промерзанию почвы. Мульча из соевых остатков ослабляет процессы испарения влаги из почвы. Важно отметить, что накопление влаги весной происходит не только за счет

лучшего поглощения земных осадков, но и большего накопления ее в осенний период благодаря снижению испарения воды из более уплотненной почвы.

Плоскорезная обработка в условиях Среднего Поволжья усиливает засоренность посевов озимых зерновых культур. В хорошо увлажненные годы количество сорняков возрастает в 2 и более раза.

Основные пути ослабления отрицательного воздействия плоскорезной обработки на засоренность посевов: обязательное сочетание ее в севооборотах со вспашкой, применение гербицидов, а также использоваться и другие приемы, такие как регулирование чередованием культур.

В последние годы в нашей стране и за рубежом все большее научное обоснование и применение в практике находит минимальная и «нулевая» обработка почвы [15]. Научной основой для обоснования минимальной обработки почвы является установленная закономерность – почвы с высоким содержанием гумуса (3,5% и выше) не нуждаются в интенсивных обработках для регулирования агрофизических свойств. Они способны поддерживать оптимальную для большинства культурных растений плотность ($1,0 \dots 1,25 \text{ г/см}^3$) под влиянием естественных факторов.

К таким почвам относятся большинство черноземных почв Среднего Поволжья.

По обобщенным данным научных учреждений использование разных приемов минимальной обработки позволяет снизить затраты труда при возделывании зерновых в среднем на 20%, энергетические затраты на обработку – на 15-20%.

Однако широкое применение минимальной обработки почвы возможно при сочетании активной борьбы с засоренностью полей агротехническими и химическими средствами, эффективным применением удобрений, средств защиты растений от болезней и вредителей.

По данным многолетних исследований научных учреждений, наиболее оправданными на черноземных почвах Среднего Поволжья являются

дифференцируемые обработки с совмещением отвальной, безотвальной и минимальных способов обработки.

При дифференцированных системах обработки почвы с сочетанием вспашки с безотвальными и минимальными способами снижается опасность ухудшения агрофизических свойств, обеспечивается оптимальный пищевой режим, снижается засоренность посевов [15]. Более высокая эффективность дифференцированной обработки связана не только с негативными сторонами постоянных отвальной, плоскорезной и минимальной обработок, но и с разной отзывчивостью культур на уплотнение почвы.

Научными исследованиями установлено, что равновесная (естественная) плотность чернозема обыкновенного величина переменная во времени, и находится в пахотном слое в сравнительно небольших пределах $1,06-1,21 \text{ г/см}^3$, а средняя в году – $1,10 \text{ г/см}^3$. Оптимальная плотность для сельскохозяйственных культур должна быть дифференцированной по глубине пахотного слоя сверху рыхлой до 70 см, для яровых и озимых колосовых зерновых, а для крупносемянных культур (кукурузы, подсолнечника, гороха) – до 10 см с плотностью этих слоев в пределах $0,98-1,04 \text{ г/см}^3$, твердостью – $0,8-1,3 \text{ кг/см}^2$ и общей пористостью 60-63%. Ниже разрыхленных слоев, оптимальная плотность для гороха и кукурузы находится в пределах $0,98-1,04 \text{ г/см}^3$, озимых (рожь, пшеница) – $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$, яровых колосовых (яровой пшеницы, ячменя) – $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$ при общей пористости этих слоев соответственно равной 58-62, 51-58 и 54-61%.

При этом оптимальная твердость почвы в слое 7-30 см при влажности 0,7 от НВ составляет для кукурузы $5,2-7,23 \text{ кг/см}^2$, гороха, яровой пшеницы и ячменя – $7,0-9,9 \text{ кг/см}^2$ [15].

Таким образом, оптимальные параметры плотности, твердости и общей пористости почвы для озимых и яровых колосовых культур равны или даже несколько больше равновесных в подсеменном слое. Это дает право сделать вывод, что с точки зрения оптимизации этих показателей под озимые и яровые зерновые культуры почву не надо глубоко обрабатывать, а лишь рыхлить перед

посевом надсеменной слой, доводя его до мелкокомковатого состояния с вышеуказанными параметрами объемной массы твердости и пористости.

Оптимальные же эти параметры почвы для кукурузы, гороха несколько меньше равновесных. Следовательно, чтобы создать благоприятные почвенные условия для этих культур необходимо глубоко обрабатывать почву с осени. Только в этом случае по времени посева этих культур создаются оптимальные агрофизические условия в пахотном слое.

Периодическая вспашка при дифференцированной системе обработки решает целый ряд задач, которые позволяют не только сохранять высокие урожаи пропашных, но и устойчиво поддерживать на достаточном уровне эффективное плодородие почв. Чередование вспашки с безотвальной обработкой позволяет ослабить отрицательное влияние дифференциации пахотного слоя по плодородию, устранить снижение при постоянных рыллениях без оборота пласта биологической активности нижней его части.

Без проведения вспашки невозможно эффективное использование навоза и других органических удобрений.

По всем этим причинам рациональное сочетание в севообороте отвальной, безотвальной и минимальной обработок почвы в Среднем Поволжье является объективной необходимостью.

Равномерность распределения семян растений значительно улучшается при узкорядном посеве с расстоянием между рядами 7-8 см, но для этого требуется усложнить конструкцию сошников, что снижает надежность их работы.

В последние годы рекомендуется так называемый подпочвенно-разбросной посев, при котором сошниками раскрывают расширенную бороздку и равномерно распределяют в ней семена. При таком способе посева за счет более равномерного распределения растений по площади наблюдается тенденция к повышению урожайности зерновых и других культур по сравнению с обычным рядовым способом.

1.3 Анализ комбинированных посевных машин и агрегатов

Попытки совместить предпосевную обработку почвы и посев предпринимались давно. При этом создание машин осуществлялось в двух направлениях.

1. Создание агрегатов из нескольких производственных машин и орудий,
2. Создание сеялок зерновых комбинированных без отдельного использования входящих в них орудий, либо орудий требующих больших монтажных работ для их разъединения.

При составлении комбинированных агрегатов из нескольких производственных машин и орудий, комбинация их строится за счет применения специальных прицепов, автосцепок и т.п. Отдельные машины в агрегате могут соединяться различными способами и составлять любой набор операций.

В нашей стране разработано немало комбинированных агрегатов, в основном базируемых на использовании прицепной зерновой сеялки [16]. К агрегатам этих групп можно отнести почвообрабатывающий посевной агрегат АКПП-3,6 на раме которого последовательно крепят культиватор, каток с выравнивающим приспособлением и сеялку, комбинированную машину МКПП-3,6 созданную в Латвийской сельскохозяйственной академии. Казанским сельскохозяйственным институтом создан комбинированный почвообрабатывающий посевной агрегат, полностью выполняющий цикл работ: предпосевную обработку почвы, посев и послепосевную обработку.

Агрегат КА-3,6 предназначен для выполнения за один проход глубокого рыхления, предпосевной (фрезерной) обработки почвы, выравнивания поверхности поля, посева зерновых бобовых или крупяных культур с одновременным внесением в ряды минеральных удобрений и прикатыванием.

За рубежом существует довольно широкая номенклатура комбинированных агрегатов [20]. В основном эти агрегаты состоят из

рыхлящего устройства, колесного уплотнителя обеспечивающего уплотненные почвы перед севкой и навеской севки, которая навешивается непосредственно на раму почвообрабатывающей машины. В качестве рыхлящего устройства в настоящее время применяются вертикально фрезерные культиваторы.

Положительным моментом применения всех комбинированных агрегатов является и то, что их можно раздельно использовать на одно-операционных работах. Это позволяет увеличить время использования их за сезон.

Недостатками комбинированных агрегатов является то, что при последовательном соединении машин агрегат получается громоздким, неманевренным на поворотах и движении задним ходом из-за больших габаритных размеров и веса, требует значительной ширины поворотной полосы, имеет большую не прямолинейность при посеве.

Севки зерно комбинированные получили широкое распространение, так как конструкции их наиболее просты, надежны и производительны [20]. При сравнительно одинаковых требованиях к технологии посева севки оснащены самыми разнообразными типами рабочих органов, различаются параметрами конструктивных схем и оформлением. В зависимости от сочетания совмещенных операций все зерно комбинированные севки, как отечественного производства, так и зарубежного, можно в свою очередь разделить на прессовые севки, севки - лущильники, севки-культиваторы и севки - фрезы.

1. Прессовые севки, как правило, не применяются на стерневых фонах. В нашей стране существует сеялка зерновая прессовая ЗСП-3,6, предназначенная для рядового посева семян зерновых двухдисковыми сошниками с одновременным внесением удобрений. Зарубежные севки данного типа имеют аналогичное конструктивное исполнение, только отличаются большим разнообразием прикатывающих вальцов и снабжаются наральниками для посева на стерневых фонах.

2. Примерами отечественных сеялок-гущильников могут служить ЛДС -4 и ЛДС -6, предназначенные для предпосевного гущения, посева зерновых культур, внесения удобрений и легкого прикатывания тупыми дисковыми каточками. Их рационально применять на малосвязных, хорошо разрыхляющихся за один проход дисковой батареи, почвах. Аналогичные сеялки - гущильники имеются в США, Канаде, Великобритании. Сеялка - гущильник, наряду с высокой проходимостью по влажной почве с большим количеством стерни образует рыхлое дно обрабатываемого слоя почвы и не обеспечивает равномерной заделки семян на заданную глубину.

3. Сеялки - культиваторы производят посев с максимальным сохранением на поверхности поля пожнивных остатков. Первым вариантом отечественных машин данного типа была сеялка зерновая стерневая СЗС-9 осуществлявшая посев зерновых культур с одновременным прикатыванием. На ее базе была создана сеялка зерновая СЗС-2,1 и ее последующие модификации СЗС-2,1М, СЗС-2,1Л, СЗС-6, СЗС-12 осуществляющие одновременно четыре операции: предпосевную обработку, посев, внесение удобрений и прикатывание рядков.

Следующие из отечественных сеялок это сеялки - культиваторы для ленточного посева СКЛ-6 и СКЛ-12. Эти сеялки предназначены для посева зерновых, мелко и средне - семенных бобовых культур лентой шириной 12-17см. Последней отечественной разработкой, выпускаемой серийно, является сеялка АУП-18 [20].

Зарубежные фирмы в настоящее время производят большое число сеялок культиваторов. Можно назвать такие машины как John Deere 750; John Deere 777/610; Alzone DMC Primera; и др. Сеялка John Deere 750 имеет однодисковые установленные с углом 7 градусов. Сеялка позволяет производить одновременно посев на необработанной почве и внесение удобрений.

Краткий обзор конструкций комбинированных машин, совмещающих предпосевную обработку почвы с посевом, позволил сделать следующие выводы

1. Достоинством агрегатов первой группы является то, что они могут состояться из производственных машин, имеющихся в хозяйстве. Однако их недостатками являются большая металлоёмкость, большие габариты, малая производительность. Хотя современные зарубежные машины лишены некоторых из этих недостатков.

2. В условиях Среднего Поволжья перспективным является применение машин второй группы. На посеве зерновых культур по стерневым фонам применяют в основном два типа сеялок: сеялки-мультипликаторы для почв тяжелого механического состава и повышенной влажности; сеялки-культиваторы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая ресурсосберегающая технология возделывания озимой пшеницы

На основании литературно-патентного анализа, рассмотрев различные системы обработки почвы, предлагается новая технология с безотвальной обработкой в зернопаровом севообороте при возделывании озимых культур.

При этом технология возделывания озимых по зерновым культурам будет содержать следующие операции:

- пожнивное рытление;
- плоскорезная обработка;
- снегозадержание;
- ранне-весеннее боронование;
- культивация;
- транспортирование семян;
- предпосевная обработка и посев;
- снегозадержание;
- транспортировка минеральных удобрений;
- весеннее боронование;
- подготовка поля к скашиванию;
- скашивание в валки;
- подбор и обмолот валков;
- транспортировка зерна;
- свлакивание соломы.

Рекомендуемые технологические операции должны отвечать агротехническим требованиям и условиям влаго-и ресурсосбережения.

Пожнивное боронование проводят с уборкой предшественника на глубину 4-6 см с целью сохранения влаги в почве, заделки семян сорняков и падалицы культурных растений без значительного нарушения стерни, выравнивания микронеровностей. При бороновании должны соблюдаться следующие

требования размер отдельных комков и гребней не должен превышать 5 см: для защиты почвы от эрозии важно, чтобы на поверхности осталось не менее 90% стерни и не возрастало число фракций почвы, неустойчивых к ветру. Пожнивное рыление будем проводить трактором ВТ-100 и игольчатой бороной.

Осенью *безотвальную обработку* проводят на глубину 25-27 см. При использовании плоскорезов следует соблюдать следующие требования после прохода плоскореза должно оставаться не менее 30% стерни; глубина рыления не должна превышать ± 2 см от установленной; корни сорняков должны быть полностью подрезаны, а обработанная поверхность выровнена; в стыбе проходов и в стыбе лап допускается образование валков высотой не более 5 см, а по следам стоек, образование борозд шириной не более 20 см; скрытые огрехи, необработанные клинья и разрывы между смежными проходами не допускаются.

В состав агрегата на глубокой безотвальной обработке почвы будет входить трактор ВТ-100 и плоскорез-глубококорышитель ПРБ-3Б.

Посевные машины, применяемые для посева, должны не только предохранять почву от ветровой эрозии до появления всходов, но и так выполнять посев, чтобы целесообразно использовалась влага. При этом необходимо тщательно выбрать рациональный способ посева, глубину заделки семян, определить допустимую неравномерность подачи их в сошники и между сошниками, а также способ последовательного прикатывания посевов и степень уплотнения почвы.

К посевным машинам, работающим по стерневым фонам, предъявляются следующие специфические агротехнические требования: сеялка должна высевать семена зерновых культур по стерневым фонам одновременно с предпосевной культивацией или без неё, с рядковым прикатыванием посева и внесением гранулированных удобрений.

Высевающие аппараты должны обеспечивать заданную норму высева с отклонением не более $\pm 3\%$.

Неравномерность распределения по семяпроводам и неустойчивости высева не должны превышать $\pm 3\%$.

Дробление семян зерновых культур высевающим аппаратом не допускается более $0,3\%$.

Сетки должны вносить заданную норму гранулированных минеральных удобрений при общей неустойчивости и неравномерности их внесения по семяпроводам не более 10% .

Отклонения от средней глубины не более 11 см . незаделанных семян на поверхности не должно быть.

Отклонения ширины стыковых междурядий при одном проходе смежных сеялок не должно быть более $\pm 2\%$. Стыковые междурядья при соседних проходах агрегата могут отклоняться от принятого не более чем на $\pm 5\%$.

Огрехи и пересевы не допускаются. Поворотные полосы засеваются той же нормой высева, что и основное поле.

В процессе подготовки агрегата следует проверять техническое состояние машины, регулируют глубину хода сошников и устанавливают сеялки на норму высева семян.

Посев будем производить модернизированной сеялкой на базе сеялки СЗС-2,1, применение которой позволит совместить предпосевную обработку почвы, посев с одновременным внесением удобрений и прикатывание:

Для защиты культурных растений от сорняков и вредителей широко применяются химические способы: опрыскивание и опыливание. При опыливании отравляющее вещество используется в виде раствора, эмульсии или суспензии.

Агротехнические требования к выполнению операций по защите растений следующие: внесение заданной нормы ядохимикатов в строго определенные сроки, которые устанавливают с учетом фаз развития растений, биологических особенностей вредных организмов, почвенных и метеорологических условий, распределение отравляющего вещества по обрабатываемому объекту с отклонением от нормы не более $\pm 3\%$ при степени неравномерности, не

превышающей $\pm 5\%$, истребительный эффект не менее 95% для вредителей и 90% для сорняков при повреждении культурных растений не более 0,5%. Опрыскивание посевов будем проводить опрыскивателем ОП-2000 в агрегате с трактором МТЗ-80.

Для хозяйства рекомендуется *двухфазная уборка* зерновых, она включает в себя операции по скашиванию зерновых культур в валки и подбору валков и обмолоту комбайном с подборщиком.

При *раздельной уборке* необходимо: начинать *скашивание* зерновых с укладкой их в валки в стадии восковой спелости; скашивать массу на полную ширину захвата жатки (уменьшение ширины не более 0,5м); обеспечивать высоту среза зерновых в пределах 15-20см; образовывать сплошной и равномерный по толщине валок, подбирать и обмолачивать колосья при влажности зерна не более 14%.

Для скашивания зерновых применим жатку ЖВН-6А, агрегатируемую с комбайном СК-5М «Нива-Эффект».

До начала уборки, поля разбивают на загоны, обмашивают, делают проходы.

Для *подбора и обмолота* используют комбайн СК-5М и подборщик транспортерный ППТ-3А. В процессе работы следует систематически контролировать качество работы подборщика и молотильного аппарата.

Выгружают зерно в подъезжающий автотранспорт. Транспортировку зерна производим автомашинами КамАЗ-55102.

Уборка незавершенной части заключается в сборе соломы в копны, свлакивание копен и стоговании соломы.

На основании принятой технологии составляем технологическую карту на возделывание озимой пшеницы на площади 100га. При этом планируем урожайность культуры 33ц/га.

Отличительной особенностью проектируемой технологической карты от существующей является:

1. Замена осенней отвальной обработки плоскорезной.

2. Совмещение предпосевной обработки почвы, посева и прикатывания.

Технологическая карта представлена на листе графической части «Технология возделывания озимой пшеницы. Проектируемая».

2.2 Технологические расчеты

2.2.1 Анализ тяговых свойств трактора

Проведем расчет тяговых свойств трактора ВТ-100 на 6 передаче для агрофона - культивированное поле.

Из справочного материала выбираем значения коэффициентов сцепления ведущего аппарата с почвой, сопротивление перекатыванию и значение буксования, соответствующие двум агрофонам (таблица 2.1).

Определяем касательную силу тяги:

$$P_c = \frac{9554 \cdot N_e \cdot i_T}{r_c \cdot n_n} \cdot \eta_{мт}, \quad (2.1)$$

где N_e – номинальная мощность двигателя, кВт,

i_T – общее передаточное число трансмиссии,

$\eta_{мт}$ – механический КПД трансмиссии;

для колесных тракторов $\eta_{мт} = 0,21 \dots 0,92$.

для гусеничных $\eta_{мт} = 0,86 \dots 0,88$.

n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

r_c – радиус качения ведущего колеса или ведущей звездочки, м.

$$P_c = \frac{9554 \cdot 95,68 \cdot 32,13 \cdot 0,87}{0,38 \cdot 1700} = 3955,5 \text{ Н}$$

Таблица 2.1 – Значения показателей

Значение показателей	Агрофоны	
	Стерня нормальной влажности	Культивируемое поле
Коэффициент сцепления μ	0,95	0,7
Коэффициент сопротивления перекатыванию - f_c	0,08	0,1
Буксование - σ	1,0	2,0

Определяем силу сцепления ведущего аппарата с почвой.

$$F_{\text{сч}} = \mu \cdot G_{\text{сч}} \text{ Н}, \quad (2.2)$$

где μ - коэффициент сцепления ведущего аппарата с почвой;

$G_{\text{сч}}$ - сила сцепного веса трактора, Н.

$$F_{\text{сч}} = 8555 \cdot 0,7 = 59885 \text{ Н}.$$

Определяем движущую силу трактора.

Движущая сила определяется сравнением

$P_{\text{к}}$ и $F_{\text{сч}}$.

если $P_{\text{к}} < F_{\text{сч}}$, то $P_{\text{дв}} = P_{\text{к}}$.

если $P_{\text{к}} > F_{\text{сч}}$, то $P_{\text{дв}} = F_{\text{сч}}$.

В нашем случае если $P_{\text{к}} < F_{\text{сч}}$, следовательно $P_{\text{дв}} = P_{\text{к}}$.

$$P_{\text{свт}} = f_{\text{т}} \cdot G_{\text{т}} \cdot \text{Н}, \quad (2.3)$$

где $f_{\text{т}}$ - коэффициент сопротивления перекатыванию трактора;

$G_{\text{т}}$ - вес трактора, Н.

$$P_{\text{свт}} = 8550 \cdot 0,1 = 8555 \text{ Н}.$$

Определяем сопротивление трактора на подъеме:

$$P_{\text{здд}} = i \cdot G_{\text{т}}, \text{ Н}, \quad (2.4)$$

где $P_{\text{здд}}$ - сила сопротивления движению трактора на подъем, Н;

i - величина уклона поля, сотых долях.

$$P_{\text{здд}} = 85550 \cdot 0,02 = 1711 \text{ Н}$$

Определяем тяговое усилие трактора в заданных условиях:

$$P_{\text{тф}} = P_{\text{дв}} - P_{\text{свт}} - P_{\text{здд}}, \text{ Н}, \quad (2.5)$$

где $P_{\text{тф}}$ - тяговое усилие трактора, Н;

$$P_{\text{тф}} = 39555 - 8555 - 1711 = 29289 \text{ Н}$$

Определяем скорость движения трактора в заданных условиях:

$$V_{\text{рел}} = 0,377 \frac{z_v \cdot n_v}{i_r} \eta_{\text{б}}; \text{ км/ч}, \quad (2.6)$$

где $V_{\text{рел}}$ - рабочая скорость движения, км/ч;

$\eta_{\text{б}}$ - коэффициент буксования;

$$\eta_o = 1 - \frac{\sigma}{100}, \quad (2.7)$$

где σ – буксование, %;

$$\eta_o = 1 - \frac{2}{100} = 0,98$$

$$V_{\text{рас}} = 0,377 \frac{0,38 \cdot 1700}{32,13} \cdot 0,98 = 7,5 \text{ км/ч}$$

Определяем тяговую мощность трактора в заданных условиях:

$$N_{\text{тр}} = \frac{P_{\text{э}} \cdot V_{\text{рас}}}{3600}, \text{ кВт}, \quad (2.8)$$

$$N_{\text{тр}} = \frac{29289 \cdot 7,5}{3600} = 61 \text{ кВт}$$

Определяем тяговый коэффициент полезного действия трактора в заданных условиях:

$$\eta_{\text{т}} = \frac{N_{\text{тр}}}{N_{\text{э}}}, \quad (2.9)$$

где $\eta_{\text{т}}$ – тяговый коэффициент полезного действия

$$\eta_{\text{т}} = \frac{61}{95,68} = 0,64$$

Мощность, теряемая в трансмиссии:

$$N_{\text{тр}} = N_{\text{э}} \cdot (1 - \eta_{\text{мт}}), \text{ кВт}, \quad (2.10)$$

где $N_{\text{тр}}$ – мощность теряемая в трансмиссии.

$$N_{\text{тр}} = 95,68 \cdot (1 - 0,87) = 12,43 \text{ кВт}$$

Мощность, затрачиваемая на преодоление подъема:

$$N_{\text{под}} = \frac{P_{\text{под}} \cdot V_{\text{рас}}}{3600}, \text{ кВт}, \quad (2.11)$$

где $N_{\text{под}}$ – мощность затрачиваемая на преодоление подъема, кВт.

$$N_{\text{под}} = \frac{1711 \cdot 7,5}{3600} = 3,56 \text{ кВт}$$

Мощность, затрачиваемая на передвижение трактора:

$$N_{\text{сав}} = \frac{P_{\text{сав}} \cdot V_{\text{рас}}}{3600}, \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

где $N_{\text{мч}}$ – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора, кВт.

$$N_{\text{мч}} = \frac{8555 \cdot 7,5}{3600} = 17,8 \text{ кВт}$$

Мощность, затрачиваемая на буксование ведущего аппарата.

$$N_{\text{бук}} = \frac{(P_{\text{сп}} + P_{\text{кат}} + P_{\text{вспл}}) \cdot (V_{\text{т}} - V_{\text{рас}})}{3600}, \text{ кВт}, \quad (2.13)$$

где $N_{\text{бук}}$ – мощность, затрачиваемая на буксование ведущего аппарата, кВт,

$V_{\text{т}}$ – теоретическая скорость движения трактора, км/ч.

$$V_{\text{т}} = 0,377 \frac{i_{\text{с}} \cdot n_{\text{ш}}}{i_{\text{т}}}, \text{ км/ч}, \quad (2.14)$$

$$V_{\text{т}} = \frac{0,377 \cdot 0,33 \cdot 1700}{32,13} = 7,58 \text{ км/ч.}$$

$$N_{\text{бук}} = \frac{(29289 + 8555 + 1711) \cdot (7,58 - 7,5)}{3600} = 0,83 \text{ кВт}$$

Проверим равенство эффективной мощности двигателя по сумме составляющих мощностей:

$$N_{\text{е}} = N + N_{\text{хр}} + N_{\text{ш}} + N_{\text{под}} + N_{\text{мч}} + N_{\text{бук}} + N_{\text{мш}}, \quad (2.15)$$

где $N_{\text{мш}}$ – мощность, не используемая по условиям сцепления, кВт.

$$95,68 = 61 + 2,87 + 17,18 + 3,56 + 0,83 + 0,88$$

Отклонение составляет 0,04, что ниже допускаемой погрешности 5%.

Расчет на посев озимой пшеницы для других агрофонов проводится аналогично. Результаты проведенных расчетов представлены в таблице 5.

Таблица 2.2 – Показатели тяговых свойств трактора ВТ-100

Показатели	Состояние поля	
	Стерня нормальной влажности	Культивиру- ванное поле
1	2	3
Касательная сила тяги, Н	31000	39555
Усилие, теряемое на:		
подъем, Н	1711	1711
перекачивание, Н	6844	8555
Усилие сцепления, Н	81272	85550
Движущая сила, Н	39555	39555

1	2	3
Тяговое усилие, Н	3100	29289
Усилие не используемое по условиям сцепления, Н	0	0
Рабочая скорость, км/ч	7,56	7,5
Теоретическая скорость, км/ч	7,58	7,58
Мощность крутяковая, кВт	64,62	61
Мощность теряемая: в трансмиссии	12,43	12,43
На преодоление подъема, кВт	3,56	3,56
На перекачивание, кВт	14,26	17,8
На буксование, кВт	0,4	0,88
Мощность не используемая по условиям сцепления, кВт	0	0
Тяговая мощность, кВт	64,62	

Анализируя результаты расчетов можно сделать вывод о том, что использование трактора ВТ-100 на стерневом агрофоне является эффективным, ввиду значительного превосходства силы сцепления ведущего аппарата с почвой над вращательной силой тяги.

2.2.2 Расчет состава агрегата

Расчет состава агрегата проведем для трактора ВТ-100 с модернизированными селяками СЗС-2,1М на агрофоне «культивированное поле», на 4 передаче.

Определяем наибольшую ширину захвата прицепного агрегата.

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{тр}}}{R + q_{\text{сх}} \cdot i + q_{\text{сч}} \cdot (f_{\text{сч}})} \text{ м}, \quad (2.16)$$

где $B_{\max}$ – наибольшая ширина захвата прицепного агрегата, м;

$P_{\text{тр}}$ – тяговое усилие трактора, Н;

R – удельное сопротивление с.х. машин, Н/м;

$q_{\text{сх}}$ – удельный вес с.х. машины, (вес с.х. машины, деленный на ширину захвата в м.)

$q_{\text{сч}}$ – удельный вес сцепки: вес сцепки $C_{\text{сч}}$ (Н), деленный на ширину ее захвата в м.

$f_{\text{сч}}$ – коэффициент сопротивления качению;

i – уклон местности в сотых долях.

$$B_{\text{max}} = \frac{29289}{4200 + 1500 \cdot 0,02 + 832 \cdot (0,1 + 0,01)} = 6,77 \text{ м}$$

Число машин в агрегате:

$$m = \frac{B_{\text{max}}}{b_{\text{м}}}, \quad (2.17)$$

где m – число машин в агрегате;

$b_{\text{м}}$ – ширина захвата одной машины, м.

$$m = \frac{6,77}{2,1} = 3,2 \approx 3$$

Определим фронт сцепки, м.

$$A = (m-1) \cdot b_{\text{м}}, \text{ м.}, \quad (2.18)$$

$$A = (3-1) \cdot 2,1 = 4,2 \text{ м.}$$

Для составления агрегата используем сцепку СЗР. 02.000.

Определим тяговое усилие сопротивления агрегата:

$$R_{\text{аг}} = K \cdot B_{\text{м}} \cdot m + C_{\text{с}} + m \cdot i + C_{\text{сд}} \cdot (f+i), \quad (2.19)$$

где K – удельное сопротивление с.х. машины Н/м;

$b_{\text{м}}$ – ширина захвата одной машины, м;

f – коэффициент сопротивления качению сцепки;

i – уклон местности.

$$R_{\text{аг}} = 4200 \cdot 2,1 \cdot 3 + 17500 \cdot 3 \cdot 0,02 + 2400 \cdot 0,02 = 27558 \text{ Н.}$$

Определяем коэффициент использования тягового усилия:

$$\eta_{\text{т}} = \frac{R_{\text{аг}}}{P_{\text{т}}}, \quad (2.20)$$

где $\eta_{\text{т}}$ – коэффициент использования тягового усилия

$$\eta_{\text{т}} = \frac{27558}{29289} = 0,94$$

Сравнивая полученный коэффициент использования тягового усилия с рекомендуемым 0,92...0,98 можно сделать вывод, что трактор будет работать с наиболее полной нагрузкой.

Определяем рабочую скорость движения агрегата:

$$V_p = 0,377 \frac{z_c \cdot n_s}{i_r} \cdot \eta_o, \text{ км/ч}, \quad (2.21)$$

где n_s – частота вращения коленчатого вала двигателя при расчетном режиме, об/мин.

$$n_s = n_o + (n_s - n_o) \cdot \frac{P_{cp} - P_o}{P_r}, \text{ об/мин}, \quad (2.22)$$

$$n_s = 1700 + (1730 - 1700) \cdot \frac{2989 - 27558}{39555} = 1701 \text{ об/мин.}$$

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{0,38 \cdot 1701}{3213} \cdot 0,98 = 7,4 \text{ км/ч.}$$

Рабочая скорость равна 7,4 км/ч.

2.2.3 Расчет операционно-технологической карты на посев зерновых культур селявой СЗС - 2,1М

На основании проведенных анализов литературных источников и тяговых расчетов для посева зерновых культур рекомендуется посевной агрегат в составе трактора ВТ-100, трех модернизированных сенок - культиваторов СЗС-2,1М и сцепки СЗР.02.000. Ширина захвата посевного агрегата равна 6,3м.

Определяем минимальную ширину поворотной полосы.

$$E = 3 \cdot R + l, \text{ м}, \quad (2.23)$$

где R – радиус поворота агрегата, м;

l – длина агрегата, м.

$$R = 0,9 \cdot B_{ax}, \text{ м}, \quad (2.24)$$

$$R = 0,9 \cdot 6,7 = 6,03 \text{ м.}$$

$$l = 0,75 \cdot l_{ax}, \text{ М}, \quad (2.25)$$

где l_{ax} – общая длина агрегата, м;

$(l_{ax}) l_{tr}$ – длина трактора, м;

$l_{сск}$ – длина сцепки, м;

$l_{сзм}$ – длина сельхозмашины, м.

$$l_{ax} = l_{tr} + l_{сск} + l_{сзм}, \text{ М.}$$

$$L_{\Sigma} = 4,684 + 0,6 + 3,92 = 9,204 \text{ м.}$$

$$l = 0,75 \cdot 9,204 = 6,903$$

$$E = 3 \cdot 6,03 + 6,903 = 24,993$$

Рабочая длина загона:

$$L_p = L - 2E, \text{ м.}, \quad (2.26)$$

где L – длина поля или загона, м.

$$L_p = 1200 - 2 \cdot 25 = 1050$$

Определяем длину колесного пути:

$$L_{\Sigma} = 7 \cdot R + 2 \cdot l, \text{ м.}, \quad (2.27)$$

$$L_{\Sigma} = 7 \cdot 6,03 + 2 \cdot 6,903 = 56,016$$

Определяем коэффициент рабочих ходов:

$$J = \frac{L_p}{L_p + l_{\Sigma}}, \quad (2.28)$$

$$J = \frac{1050}{1050 + 56,016} = 0,95$$

Определяем путь опорожнения емкостей:

$$l_{\Sigma} = \frac{10^4 \cdot V \cdot q \cdot \varphi}{h \cdot d_{\Sigma}}, \text{ м.}, \quad (2.29)$$

где l_{Σ} – путь опорожнения емкости, м.;

V – объем емкости на машине, м^3 ;

q – плотность материала, кг/м^3 ;

φ – коэффициент использования емкости;

n – норма высева семян, кг/га .

а) при высева семян:

$$l_{\Sigma} = \frac{10^4 \cdot 0,275 \cdot 790 \cdot 0,9}{180 \cdot 2,1} = 5172,6 \text{ м.},$$

б) при высева удобрений:

$$l_{\Sigma} = \frac{10^4 \cdot 0,14 \cdot 1000 \cdot 0,9}{180 \cdot 2,1} = 4285 \text{ м.},$$

Для дальнейших расчетов принимаем $l_{\infty} = 4285$ м. Количество остановок за цикл, необходимых для технического обслуживания

$$Z = \frac{2L_p}{l_{\infty}}, \quad (2.30)$$

$$Z = \frac{2 \cdot 1050}{4285} = 0,49$$

Время остановок для циклического технического обслуживания агрегата за один цикл:

$$t_o = t_{eo} \cdot Z, \text{ час.}, \quad (2.31)$$

где t_o - длительность одной остановки агрегата для циклического технологического обслуживания, га.;

t_{eo} - длительность одной остановки агрегата циклического, технологического обслуживания, час.

$$t_o = 0,12 \cdot 0,49 = 0,058 \text{ час.}$$

Время одного цикла:

$$t_v = \frac{L_p + l_{\infty}}{500 + V_p} + t_o, \text{ час.}, \quad (2.32)$$

$$t_v = \frac{1050 + 56,016}{500 + 7,5} + 0,058 = 0,35 \text{ час.}$$

Количество циклов за смену:

$$n = \frac{T - t_1}{t_v}, \quad (2.33)$$

где n - количество циклов за смену,

T - продолжительность смены, час.;

t_1 - время остановок агрегата для организационно-технологического обслуживания, час.

$$n = \frac{7 - 0,5}{0,35} = 18,57$$

Время остановок для циклического технологического обслуживания

$$t_1 = t_o \cdot n, \text{ час.}, \quad (2.34)$$

$$t_1 = 0,058 \cdot 18,57 = 1,07 \text{ час.}$$

Время холостых заездов и поворотов за смену:

$$t_{\text{х}} = \frac{l_{\text{х}}}{500 \cdot V_{\text{р}}} \cdot n, \text{ час.}, \quad (2.35)$$

$$t_{\text{х}} = \frac{56,016}{500 \cdot 7,5} \cdot 18,57 = 0,28 \text{ час.}$$

Чистое рабочее время:

$$T_{\text{р}} = T - t_{\text{х}} - t_1 - t_2, \text{ час.}, \quad (2.36)$$

$$T_{\text{р}} = 7 - 0,28 - 1,07 - 0,5 = 5,15 \text{ час.}$$

Общий коэффициент использования времени смены:

$$\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T}, \quad (2.37)$$

$$\tau = \frac{5,15}{7} = 0,74$$

Производительность агрегата:

а) за цикл:

$$W_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot L_{\text{р}} \cdot B_{\text{аг}}}{10^4}, \text{ м}^3/\text{ц}, \quad (2.38)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 1050 \cdot 6,7}{10^4} = 1,407 \text{ м}^3/\text{ц}$$

б) за час:

$$W = \frac{W_{\text{ц}}}{t_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.39)$$

$$W = \frac{1,407}{0,35} = 4,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

в) за смену:

$$W_{\text{см}} = W_{\text{ч}} \cdot n, \text{ м}^3/\text{см}$$

$$W_{\text{см}} = 1,407 \cdot 18,57 = 26,13 \text{ м}^3/\text{см}$$

Поглотительный расход топлива:

$$Q = \frac{Q_{\text{р}} \cdot t_{\text{р}} + Q_{\text{х}} \cdot t_{\text{х}} + Q_{\text{п}} \cdot t_{\text{п}}}{W_{\text{см}}}, \text{ кг}/\text{м}^3, \quad (2.40)$$

где $Q_{\text{р}}, Q_{\text{х}}, Q_{\text{п}}$ – расход топлива при работе на холостых переездах и на

остановках соответственно, кг/час .

$$t_0 = t_1 + t_2 = 0,5 + 1,07 = 1,57 \text{ час.}$$

$$Q = \frac{14 \cdot 5,15 + 10 \cdot 2,8 + 1,8 \cdot 1,57}{26,13} = 2,97 \text{ кг/га}$$

Затраты труда на единицу работы:

$$H_1 = \frac{n}{W}, \text{ час/га}, \quad (2.41)$$

где n – количество человек, обслуживающих агрегат, чел.

$$H_1 = \frac{2}{26,13} = 0,077 \text{ чел. час/га},$$

Определяем требуемое количество загрузчиков и погрузчиков семян.

Запас хода сеялки по высеву семян:

$$Z_1 = \frac{V_{\text{се}} \gamma_{\text{се}} q_{\text{с}}}{B_p H_1} \cdot 10^4, \text{ м}, \quad (2.42)$$

где $V_{\text{се}}$ – емкость семенного ящика, м^3 ;

$\gamma_{\text{се}}$ – объемная масса семян, кг/м^3 ;

$q_{\text{с}}$ – коэффициент заполнения емкости;

B_p – ширина захвата сеялки, м;

H_1 – норма высева семян, кг/га .

Значение Z_1 принимаем равным 4285 м, т.к. оно было рассчитано по формуле 2.20.

Определяем количество ходов между заправками:

$$n_1 = \frac{Z_1}{L_p}, \quad (2.43)$$

$$n_1 = \frac{4285}{1050} = 4,08 \text{ м.}$$

Принимаем количество ходов между заправками равное 4.

Определяем сколько нужно семян для заправки в одну сторону:

$$Q_1 = \frac{Z_1 \cdot B_p \cdot H_1}{10^4}, \text{ кг}, \quad (2.44)$$

$$Q = \frac{4285 \cdot 2,1 \cdot 180}{10000} = 161 \text{ кг}$$

Определяем количество сепков, которое может загрузить семенами 1 загрузчик за одну заправку.

$$N_1 = \frac{V_1 \cdot q_1 \cdot 0,9}{Q}, \quad (2.45)$$

где V_1 – объем кузова заправщика, м^3 ;

q_1 – остаток семян в сепке в месте заправки, кг.

$$q_1 = \frac{(l_{\text{с}} - Z) \cdot B_{\text{с}} \cdot H_{\text{с}}}{10000}, \text{ кг}, \quad (2.46)$$

$$q_1 = \frac{(5172 - 4285) \cdot 2,1 \cdot 180}{10000} = 33,5 \text{ кг}$$

$$N_1 = \frac{5 \cdot 790 \cdot 0,9}{161} = 22$$

Определяем потребное количество загрузчиков:

$$N_2 = \frac{t_{\text{с}}}{t_{\text{выс.}}}, \quad (2.47)$$

где N_2 – потребное количество загрузчиков;

$t_{\text{с}}$ – время цикла загрузчиков, с;

$t_{\text{выс.}}$ – время высева семян сепкой, с.

$$t_{\text{с}} = t_{\text{за}} + t_{\text{гр.}} + t_{\text{раз.}} + t_{\text{дв.б.гр.}}, \quad (2.48)$$

где $t_{\text{за}}$ – время загрузки заправщика, с;

$t_{\text{гр.}}$ – время движения заправщика с грузом, с;

$t_{\text{раз.}}$ – время разгрузки заправщика, с;

$t_{\text{дв.б.гр.}}$ – время движения заправщика без груза, с.

$$t_{\text{за}} = Q_0 \cdot N_1 \cdot t_3 \cdot 10^{-3}, \quad (2.49)$$

где t_3 – время загрузки одной тонны погрузчиком, с.

$$t_{\text{за}} = 161 \cdot 22 \cdot 180 \cdot 10^{-3} = 637 \text{ с.}$$

$$t_{\text{гр.}} = \frac{L_{\text{ср.}}}{V_{\text{ср.гр.}}}, \quad (2.50)$$

где $L_{\text{ср.}}$ – среднее расстояние до полей, м;

$V_{ср.гр.}$ – средняя скорость движения с грузом, м/сек.

$$t_{гр.} = \frac{7000}{13,89} = 503 \text{сек.}$$

$$t_{разг.} = N_0 \cdot t_3, \quad (2.51)$$

где t_3 – время разгрузки заправщика, с.

$$t_3 = 28 \cdot 90 = 2520_0.$$

$$t_{св.с.гр.} = \frac{L_{св.с.гр.}}{V_{св.с.гр.}}, \text{сек.}, \quad (2.52)$$

где $V_{св.с.гр.}$ – скорость движения заправщика без груза, м/с.

$$t_{св.с.гр.} = \frac{7000}{19,44} = 360,08 \text{с.}$$

$$t_{св.} = 637 + 503 + 2520 + 360 = 4020 \text{с.}$$

$$t_{св.с.} = \frac{Z_{св.с.}}{V_{св.с.}} \text{с.}, \quad (2.53)$$

$$t_{св.с.} = \frac{428}{2,08} = 2056 \text{с.}$$

$$N_0 = \frac{4020}{2056} = 1,95$$

Для обеспечения бесперебойной работы агрегата принимаем количество заправщиков семенами 2.

Определяем длину вылета маркеров.

Длина правого маркера:

$$L_{пра.} = \frac{B}{2} - \frac{B_{св.}}{2} + m, \text{м.}, \quad (2.54)$$

где B – расстояние между крайними сошниками, м.;

$B_{св.}$ – ширина трактора, м.;

m – величина стыкового междурядья, м.

$$L_{пра.} = \frac{6,3}{2} - \frac{1,952}{2} + 0,23 = 2,4 \text{м}$$

Длина левого маркера:

$$L_{\text{мк}} = \frac{B}{2} - \frac{B_{\text{мк}}}{2} + m, \text{ м.}, \quad (2.55)$$

$$L_{\text{мк}} = \frac{6,3}{2} - \frac{1,952}{2} + 0,23 = 4,356 \text{ м.}$$

Длина маркеров будет: левого 4,356м., правого 2,4м.

На основании проведенных расчетов разработана операционно-технологическая карта, представленная на листе графической части.

2.3 Безопасность труда при проведении полевых работ

На долю растениеводства приходится 35% несчастных случаев со смертельным исходом и 26% травм с потерей трудоспособности от их общего числа в сельскохозяйственном производстве. Основная часть несчастных случаев в растениеводстве (около 60%) происходит при возделывании и уборке зерновых и зернобобовых культур.

К работе на тракторах и комбайнах допускают лиц не моложе 18 лет, имеющих удостоверение тракториста-машиниста, при наличии разрешения медицинской комиссии и прошедших вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по безопасности труда.

Запрещается работать на агрегатах в состоянии алкогольного или наркотического опьянения или под действием лекарственных средств наркотического действия, а также притупляющих влияние и скорость реакции человека.

При работе с вредными веществами (ядохимикатами) работникам должны выдаваться средства индивидуальной защиты. Особенно на посевных работах.

Все самоходные машины должны отвечать требованиям Правил дорожного движения, предъявляемым к механическим транспортным средствам.

Система электрооборудования должна обеспечивать нормальную работу стартера, приборов освещения, сигнализации и электрических контрольно-измерительных приборов, исключать возможность искробразования.

Электропроводка должна быть предохранена от механических повреждений, а вблизи нагретых частей двигателя и в местах, где возможно попадание масла и топлива, - надежно защищена.

Тракторы, самоходные машины и автомобили должны быть укомплектованы медицинской аптечкой для оказания пострадавшему первой доврачебной помощи и термосом для питьевой воды.

Все сельскохозяйственные машины, применяемые при полевых работах, должны находиться в исправном состоянии [21].

При агрегатировании трактора с сельскохозяйственными машинами обращают внимание на исправность автосцепки, прицепного или буксирного устройства, на отсутствие ovalности в прицепной серьге и прицепном устройстве машин. Шланги гидросистемы следует располагать таким образом, чтобы они не касались подвижных частей машин; подтеканий масла не допускается.

Сейлки и должны иметь: площадку или подножную доску шириной не менее 350 мм с предохранительным бортиком высотой 100 мм и поручни; перила со стороны селящика на высоте 1 м; места для подключения двусторонней сигнализации; приспособления для надежного крепления маркеров в транспортном положении. Крышки семенных ящиков, туювых банок должны плотно закрываться и не открываться от толчков во время движения агрегата.

Комбайны должны находиться в исправном состоянии. Следует проверить наличие и исправность защитных ограждений вращающихся деталей, механизмов, карданных, зубчатых и ременных передач. Не допускаются неплотности или подтекания в гидросистемах управления рабочими органами комбайна, привода тормозов и муфты сцепления. Комбайны должны быть оборудованы средствами противопожарной защиты (два огнетушителя, лопаты, ящик с песком, переносной электрической лампой, брезентом или мешковиной, бачком с питьевой водой, медицинской аптечкой, систем сигнализации и освещения).

При работе в ночное время предварительно проверяют освещение приборного щитка, исправность всех осветительных приборов и регулируют их таким образом, чтобы была обеспечена хорошая видимость фронта работ и рабочих органов.

В целях пожарной безопасности необходимо систематически проверять плотность соединения коллектора с головкой двигателя и выпускной трубы с коллектором, а также исправность искрогасителя.

Не допускается перегрев двигателя, подтеканий топлива и масла, провисания электропроводки и ее соприкосновения с подвижными частями комбайна.

Заправку тракторов и комбайнов топливом, водой и маслом для работы в ночное время проводить только при естественном свете. В случае вынужденной заправки в ночное время следует пользоваться переносной электрической лампой или освещением от другого комбайна, автомобиля [21].

2.4 Охрана окружающей среды

Основными современными задачами охраны окружающей среды является рациональное и плановое использование природных ресурсов, защита окружающей среды от загрязнения, так как в связи с активной жизнедеятельностью человека происходит постепенное истощение большинства природных ресурсов, необходимых для производственной деятельности. Охрана природы есть система мероприятий, направленных на рациональное использование, охрану и восстановление природных ресурсов, на защиту окружающей среды от загрязнения и разрушения для создания оптимальных условий существования человеческого общества, удовлетворения материальных и культурных потребностей ныне живущих и грядущих его поколений [19].

Охрана окружающей среды как проблема охватывает широкий круг разнообразных вопросов, связанных с экологическими вопросами

использования природных ресурсов, необходимых для развития промышленности и сельского хозяйства. Большое значение приобрел оздоровительно-гигиенический аспект охраны природы в связи с загрязнением атмосферы и воды, а также оздоровительным влиянием природы.

Основным средством сельскохозяйственного производства является земля, поэтому важнейшее значение необходимо уделять защите земли от ветровой и водной эрозии. Борьба с эрозией почвы – одно из ведущих звеньев высокой культуры земледелия. Посевные площади, которые подвержены ветровой эрозии, осенью должны обрабатываться сельскохозяйственной техникой с оставлением стерни на поверхности поля, бороздование зяби, щелевание [14, 15]. В соответствии с этими требованиями в хозяйстве внедряется передовая практика системы земледелия.

Соблюдаются основные правила агротехники, почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров. Применяются принципиально новые почвообрабатывающие машины, обеспечивающие сохранность стерни. В весенний период посев на этих полях ведут стерневыми селками. При такой обработке почвы стерня в зимний период хорошо задерживает снег и способствует накоплению влаги. Посев подсолнечника, кукурузы улучшает снегораспределение на полях.

В хозяйстве имеются площади, подверженные водной эрозии, так как имеют место небольшие уклоны, ложбины и другие неровности рельефа. В весеннее время, в период обильного таяния снегов, а также во время сильных дождей производится частичный смыл плодородного слоя. На полях, подверженных водной эрозии, обработка почвы и посев сельскохозяйственных культур проводится поперек склона, применяется контурная вспашка, углубление пахотного слоя и другие способы обработки, уменьшающие сток поверхностных вод. Применяются почвозащитные севообороты [15].

Горюче - смазочные материалы в хозяйстве хранятся на специально оборудованных площадях, где производится заправка тракторов и автомобилей. Имеются также емкости для сбора отработанных масел

Проводится систематический контроль за техническим состоянием резервуаров, заправщиков и другого оборудования. В целом, в хозяйстве уделяется достаточное внимание вопросам охраны природы, окружающей среды населенных пунктов, животноводческих помещений, земельных угодий и водной среды хозяйства, но еще много недостатков в организации полеводства, животноводства и социального быта людей [19].

Отличие сельскохозяйственных воздействий на природу от промышленных заключается, прежде всего, в их огромном площадном распространении. Кроме того, использование территорий под сельскохозяйственные нужды часто вызывает коренную перестройку всех компонентов природных комплексов (сразу скажем, что это не обязательно означает деградацию природы довольно часто именно сельскохозяйственные ландшафты относят к категории «культурных»).

Воздействие удобрений имеет две стороны: положительную – пополнение запасов питательных веществ в почве и отрицательную – загрязнение почвы и сопряженных компонентов (воды и воздуха).

При внесении удобрений в почву попадают так называемые «балластные» элементы, которые не нужны растениям.

Кроме минеральных удобрений в почву вносят различные химические вещества для борьбы с насекомыми, сорняками, для подготовки растений к уборке. Многие из этих соединений весьма специфичны, не имеют аналогов среди почвенных природных соединений и, последствия их применения часто бывает трудно предсказать.

Важной проблемой экологии в сельском хозяйстве является снос плодородного слоя в почве ветрами и смыв тальми водами.

Эти процессы происходят из-за применения технологий обработки почвы и возделывания с.х. культур совершенно не подходящих для условий конкретного хозяйства.

В настоящее время интенсивные воздействия на почву в процессе обработки неизбежно ведет к нарушению ее сложения и изменению направления естественного почвообразовательного процесса.

Разрушение почвы различными механизмами усиливается при воздействии внешней среды.

Поэтому изучение закономерности протекания эрозийных процессов и разработка мер предотвращения последних – необходимые составные части ресурсосберегающего земледелия.

При воздействии с.х. культур на эрозийных землях необходимо применять соответствующие технологии и системы машин для обработки почвы.

Решение такой экологической проблемы как эрозия почвы позволит не только остановить процесс безвозвратной утраты плодородного слоя почвы, но и к тому же, получать прибавки урожайности с.х. культур, что является немаловажным фактом.

2.5 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.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

3.1 Обоснование модернизации сеялки-культиватора СЗС 21

Сельскохозяйственные машины нельзя рассматривать просто как средство механизации производственных процессов. Задачей проектирования должно являться не только повышение производительности труда, но и сознательное воздействие на обрабатываемые объекты – почву, растительные и животные организмы – в желаемом направлении, что возможно лишь при целенаправленном научном исследовании факторов, влияющих на развитие и рост растений. К таким факторам относятся свет, вода, почвенный воздух, температура воздуха и почвы.

Физиологические процессы, происходящие в растении, жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны, химические процессы превращения веществ и энергии возможны только в определенных температурных границах.

Воздействие температуры почвы на растение начинается с самых первых стадий его роста и развития. Причем отдельные растения предъявляют различные требования к температурному режиму почвы. Наряду с крайними границами температур, характеризующими температурный минимум и максимум, для отдельных видов растений существует свой определенный оптимум.

Например, прорастание семян пшеницы, овса, ржи начинается при температуре почвы 0-5⁰С, оптимальным же является 25-31⁰С.

Температура почвы сильно сказывается не только на корневой системе, но и на росте и накоплении массы урожая надземной части растений.

					ВКР 35.03.06.218.20.00.00.000ПЗ		
Имя	Датум	№ докум.	Подпись	Датум	Конструкторская разработка Казанский ГАУ		
Разработчик	Сидуров Р.А.			02.20			
Рецензент	Татаров Р.Р.			02.20			
Комиссия							
Штатное	Татаров Р.Р.			02.20			
Зав. кафе.	Татаров Р.Р.			02.20			

Это происходит вследствие воздействия на условия роста корней, а кроме того, температура почвы весьма существенно влияет на все процессы массо- и энергообмена в системе почва-растение-атмосфера.

Регулирование температурного режима почвы – задача в большей степени перспективная, чем реальная в условиях современного земледелия. Однако и сегодня с помощью агротехнического комплекса можно воздействовать на температурный режим почвы.

Согласно этому, развитие способов посева сельскохозяйственных культур должно идти в направлении разработки высоко продуктивных, влаго- и ресурсосберегающих почвозащитных и экономически безопасных операционных технологий.

Наиболее перспективным направлением для зоны Среднего Поволжья является технология прямого посева, которая позволяет, наряду с экономией затрат труда и средств, решать проблемы влагосбережения. Это достигается применением комбинированных машин.

Сущность конструкторской разработки заключается в том, что у серийно выпускаемой сеялки СЗС-2,1, удлинив раму, перед сошниками установили штанговый рабочий орган. Качество работы штангового рабочего органа лучше, чем лапового. Он без пропусков уничтожает сорняки, оставляет ровные дно борозды и поверхность поля, не перемешивает влажные и сухие слои почвы и почти не подвержен забиванию сорняками даже на сильно засоренных полях [11].

Штанга квадратного сечения (25х25мм) погружается в почву и медленно вращается в сторону противоположную вращению катков сеялки – один оборот на полтора метра пути. Вращаясь и перемещаясь в почве, штанга разрывает корневую систему сорняков и выносит их на поверхность поля одновременно разрыхляя верхний слой почвы. Штанга равномерно уплотняет дно, образуя «постель» для семян [33].

Следующие за ней сошники высевают семена вместе с удобрениями. Далее почва прикатывается катками, которые дополнительно измельчают верхний слой почвы.

Общий вид модернизированной сеялки-культиватора СЗС 2,1М представлен на листах графической части проекта.

3.2 Конструктивный расчет

3.2.1 Расчет штанги

Тяговое сопротивление для штангового культиватора равно 2,6кН/м.

Составим расчетную схему согласно рисунку 1.

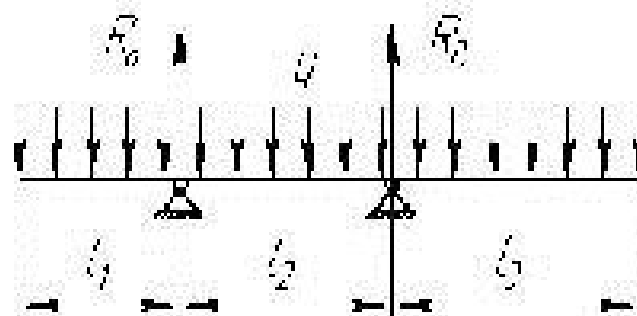


Рисунок 3.1 – Схема действия сил

Найдем реакцию опор, для этого составим уравнение моментов.

$$\Sigma M_A = -q \cdot \frac{l_1^2}{2} - q \cdot \frac{l_2^2}{2} + R_B \cdot l_1 - q \cdot l_1 \cdot (l_1 + \frac{l_2}{2}) = 0, \quad (3.1)$$

где q – распределенная нагрузка, Н/м;

R_B – реакция опоры относительно точки А, Н;

l_1 ; l_2 ; l_3 – длина участков, м.

$$\Sigma M_B = -q \cdot l_1 (\frac{l_2}{2} + l_1) + R_A \cdot l_2 - q \frac{l_1^2}{2} - q \frac{l_2^2}{2} = 0, \quad (3.2)$$

где R_A – реакция опоры относительно точки В, Н.

$$R_A = \frac{q \cdot l_1 \cdot (\frac{l_2}{2} + l_1) + q \cdot \frac{l_1^2}{2} + q \cdot \frac{l_2^2}{2}}{l_2}$$

$$R_s = \frac{q \cdot \frac{l^1}{2} + q \cdot \frac{l^1_1}{2} + q \cdot l_1 \cdot (l_1 + \frac{l^1_1}{2})}{l_1}, \quad (3.3)$$

$$R_s = \frac{2,6 \cdot 150 \cdot (\frac{150}{2} + 1500) + 2,6 \cdot \frac{1500^2}{2} + 2,6 \cdot \frac{350^2}{2}}{1500} = 2465,7 H$$

$$R_s = \frac{2,6 \cdot \frac{150^2}{2} + 2,6 \cdot \frac{1500^2}{2} + 2,6 \cdot 350(1500 + \frac{350}{2})}{1500} = 2985,7 H$$

Участок 1. $M_1 = 0; M_A = -q \cdot l_1 \cdot \frac{l_1}{2},$

$$M_A = -2,6 \cdot 150 \cdot \frac{150}{2} = -29250, Hм$$

Участок АВ $M_A = ; M_s = -q \cdot l_1 (\frac{l_1}{2} + l_1) + R_s \cdot l_1 - q \cdot \frac{l^1_1}{2}$

$$M_A = -29250 Hм.$$

$$M_s = -2,6 \cdot 150 \cdot (\frac{150}{2} + 1500) + 2465,7 \cdot 1500 - 2,6 \cdot \frac{1500^2}{2}$$

$$M_B = 159250 Hм.$$

Участок 2. $M_s = -q \cdot l_1 \cdot (\frac{l_1}{2} + l_1) + R_s \cdot L_1 - q \cdot \frac{l^1_1}{2}$

$$M_B = 159250 Hм.$$

$$M_1 = -q \cdot l_1 (\frac{l_1}{2} + l_1) + R_s \cdot l_1 - q \cdot \frac{l^1_1}{2} - q \cdot \frac{l^1_1}{2}$$

$$M_1 = -2,6 \cdot 150 (\frac{150}{2} + 1500) + 2465,7 \cdot 1500 - 2,6 \cdot \frac{1500^2}{2} - 2,6 \cdot \frac{350^2}{2}$$

$$M_2 = 0.$$

Участок - 1. $M_1 = 0; M_A = -29250 Hм.$

Участок - АВ $M_A = -29250 Hм; M_B = 159250 Hм.$

Участок - 2 $M_B = 159250 Hм; M_2 = 0.$

Изм.	Листы	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.218.20.00.00.000.ПЗ

Листы

4

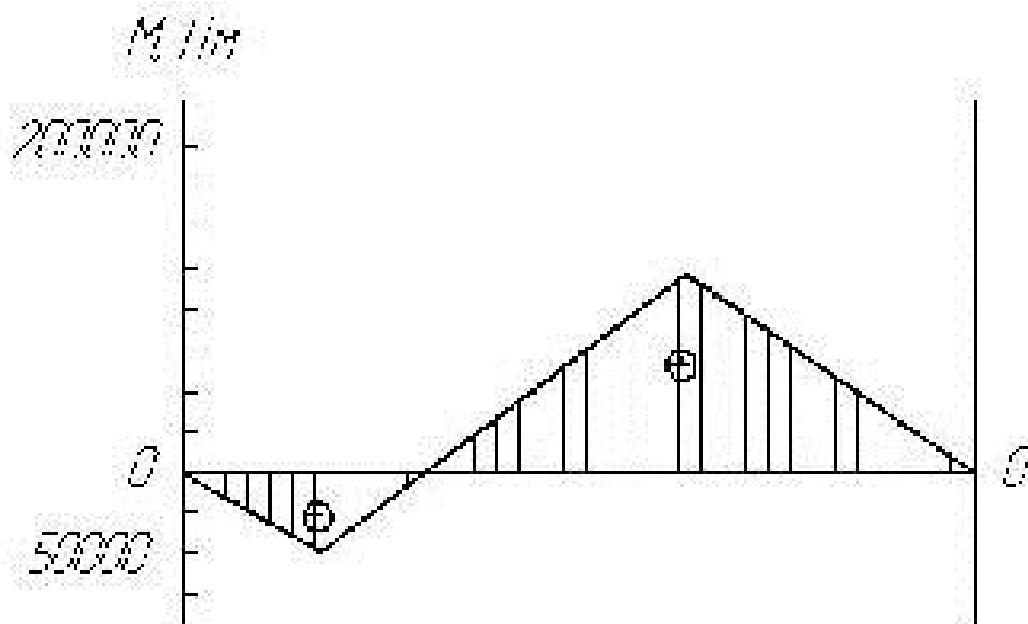


Рисунок 3.2 – Эпюра изгибающих моментов

По эпюре (рисунок 3.2) определяем момент максимальный.

$$M_{\max} = 159250 \text{ Н·м.}$$

Из условия жесткости.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma_{\max}], \quad (3.4)$$

где W_x – момент сопротивления;

$[\sigma_{\max}]$ – допустимый изгиб напряжения, МПа.

Сталь 45.

Для стали 45 $[\sigma_{\max}] = 210 \text{ МПа.}$

$$W_x = \frac{\sigma_{\max}}{M_{\max}}, \quad (3.5)$$

$$W_x = \frac{2100 \cdot 10^3}{159250} = 1318,7 \text{ м}^3.$$

$$W_x = \frac{b^3}{6}, \quad (3.6)$$

Из формулы (3.6) выражаем b .

$$b = \sqrt[3]{W_x \cdot 6}, \quad (3.7)$$

$$b = \sqrt[3]{1318,7 \cdot 6} = 19,9 \text{ мм.}$$

Имя	Дата	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.218200000000ПЗ

Лист

5

Квадрат со стороной 19,9мм.

Принимаем b равным 25мм.

3.2.2 Определяем длину швов, прикрепляющих тяговую пластину к раме (рисунок 3.3.).

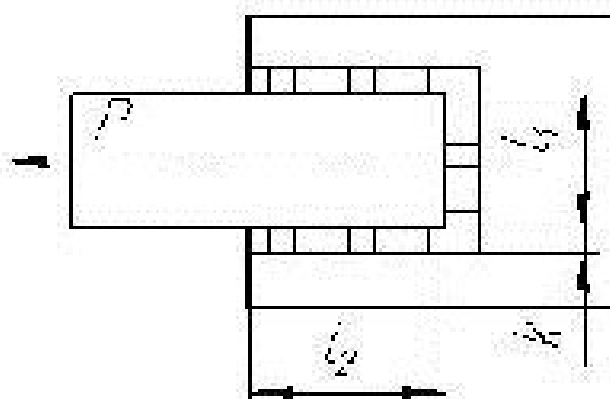


Рисунок 3.3 – Расчетная схема

Соединение конструируем равнопрочным целому элементу.

Материал – Сталь Ст.2.

Электроды Э 42.

Допускаемое напряжение для стали $[\sigma] = 140 \text{ МПа}$,

Площадь профиля пластины $S = 12 \text{ см}^2$.

Расчетное усилие в пластине:

$$P = [\sigma_p] \cdot S, \quad (3.8)$$

$$P = 14000 \cdot 12 = 168000 \text{ Н.}$$

В данном случае допускаемое напряжение при срезе в сварном шве.

$$[\tau_{ср}] = 0,6 \cdot [\sigma_p], \quad (3.9)$$

$$[\tau_{ср}] = 0,6 \cdot 14000 = 8400 \text{ Па.}$$

Напряжение в сварном шве определится.

$$\tau_{ср} = \frac{P}{0,7 \cdot K \cdot (l_1 + 2 \cdot l_2)} \leq [\tau_{ср}], \quad (3.10)$$

где K – высота катета шва, см.

l_1, l_2 – длины шва, см.

из формулы следует:

$$l_1 = 0,5 \left(\frac{P}{[0,7 \cdot K \cdot [\tau_{\phi}]} - l_1 \right), \quad (3.11)$$

$$l_1 = 0,5 \left(\frac{168000}{[0,7 \cdot 8400 \cdot 0,5]} - 6 \right) = 26 \text{ см}$$

Длину шва принимаем равной 26 см.

3.2.3 Расчет звездочки механизма цепной передачи привода штанги производим в соответствии с рисунком 3.4.

Штанга делает 1 оборот за 1,5 метра.

При скорости агрегата 2 м/с находим: за 6 метров – 4 оборота;
6 метров за 3 секунды.

$$4/3 = 1,3 \text{ об/с} = 78 \text{ об/мин.}$$

Скорость вращения штанги будет равна 78 об/мин.

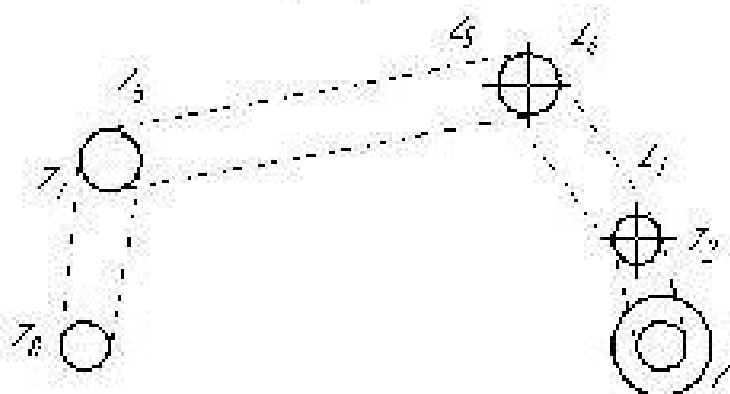


Рисунок 3.4 – Схема цепной передачи

Найдем скорость вращения ватка:

Радиус ватка = 0,265 м.

Длина окружности ватка

$$l = 2\pi R, \quad (3.12)$$

$$l = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,265 = 1,664 \text{ м.}$$

$1:1,664 = 0,6$ оборота сделает ваток за 1 метр.

Изм.	Внес.	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.218.20.00.00.000.ПЗ

Лист

7

$$\frac{0,6 \text{ об}}{0,5 \text{ сек}} = 1,2 \text{ об/с} = 72 \text{ об/мин.}$$

$$n_1 = 72 \text{ об/мин.}$$

Количество зубьев $Z_1 = 7$;

$$Z_2 = 12.$$

Тогда

$$i = \frac{7}{12} = 0,58, \quad (3.13)$$

где i – передаточное отношение.

$$n_2 = n_1 \cdot i, \quad (3.14)$$

$$n_2 = 72 \cdot 0,58 = 41,7 \text{ об/мин}$$

$$Z_3 = 12$$

$$n_3 = 41,7 \text{ об/мин.}$$

$$Z_4 = 9$$

$$i = \frac{z_3}{z_4} = \frac{12}{9} = 1,3$$

$$n_4 = n_3 \cdot i = 41,7 \cdot 1,3 = 54,21 \text{ об/мин.}$$

$$n_5 = 78 \text{ об/мин.}$$

$$Z_6 = 9$$

$$Z_7 = 15$$

$$n_7 = 78 \cdot 0,6 = 46,8 \text{ об/мин.}$$

$$Z_8 = 15$$

$$n_8 = 46,8 \text{ об/мин.}$$

$$i = \frac{n_8}{n_9} = \frac{46,8}{54,21} = 0,86$$

$$Z_9 = z_8 \cdot i$$

$$Z_9 = 15 \cdot 0,8 = 12.$$

Выбираем звездочку $Z = 12$ по ГОСТ 13568-85.

На основании проведенных прочностных расчетов выполнены рабочие чертежи нестандартных деталей и сборочные чертежи конструируемых узлов.

3.3 Расчет экономической эффективности конструкции

В качестве базы для сравнения выбираем базовые агрегаты, а в качестве системы технико-экономических показателей – часовая эксплуатационная производительность, энергоемкость, металлоемкость и фондоемкость процесса, его трудоемкость, уровень эксплуатационных и приведенных затрат, размер годовой экономии и годового экономического эффекта, срок окупаемости и коэффициент дополнительных капитальных вложений.

Расчет массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по зависимости [5]:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K, \quad (3.15)$$

где G_k - масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r - масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K - коэффициент, учитывающий массу расходных на изготовление конструкции монтажных материалов (для расчетов $K=1,05 \dots 1,15$);

Результаты расчета массы сконструированных деталей, узлов и агрегатов приведены в таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Расчет массы сконструированных деталей

Наименование детали	Объем детали, дм^3	Удельный вес, кг/см^3	Масса детали, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
Стойка	6,4	7,8	8,3	2	16,6
Рама	3,2	7,8	150	1	150
Присоединяющая планка	4,5	7,8	1,5	2	1,5
Штанга	2,2	7,8	1,5	1	1,5
Пластина	0,8	7,8	1,0	2	1,0
Кронштейн	0,9	7,8	1,2	2	1,2
Ось	0,7	7,8	0,7	2	0,7
Уголок	0,4	7,8	0,4	1	0,4
Балка	0,8	7,8	0,9	2	0,9
Косышка	0,9	7,8	0,3	2	0,3
Муфта	0,7	7,8	0,4	2	0,4
Проушина	0,4	7,8	0,6	4	0,6
Всего					180

Масса готовых деталей устанавливается по справочным данным.

$$G = (1320 + 180) \cdot 1,1 = 1500 \text{ кг}.$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по следующей зависимости [5]:

$$C_{\text{н}} = \frac{C_{\text{с}} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_2}, \quad (3.16)$$

где $C_{\text{с}}$ - балансовая стоимость существующей конструкции, тыс. руб;

G_2 , G_1 - масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

σ - коэффициент, учитывающий удешевление или удорожание новой конструкции в от сложности изготовления ($\sigma = 0,95 \dots 1,05$).

$$C_{\text{н}} = \frac{220000 \cdot 1500 \cdot 1,0}{1320} = 250000 \text{ руб.}$$

3.3. Расчет экономической эффективности конструкции

Исходные данные для расчета технико-экономических показателей эффективности конструкции приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Базовый	Проектируемый
Марка агрегата	МТЗ-82+СЗС-2,1	МТЗ-82+СЗС-2,1М
Масса конструкции, кг	1380	1500
Балансовая стоимость, руб	230000	316000
Потребная мощность, кВт	66	66
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб/ч	100	100
Норма амортизации, %	12,5	12,5
Норма затрат на ремонт и ТО, %	27,0	27,0
Годовая загрузка, ч	200	200

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводится в следующей последовательности.

Часовая производительность машин определяется по зависимости [5]:

$$W_v = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.17)$$

где B_p - рабочая ширина захвата машин, м;

V_p - рабочая скорость движения машин, м/с;

τ - коэффициент использования рабочего времени смены ($\tau = 0,6 \dots 0,95$).

$$W_{v0} = 0,36 \cdot 21 \cdot 2,4 \cdot 0,6 = 1,08 \text{ га/ч.}$$

$$W_{v1} = 0,36 \cdot 21 \cdot 2,5 \cdot 0,6 = 1,4 \text{ га/ч.}$$

Энергоемкость процесса определяется по зависимости [5]:

$$\mathcal{E} = \frac{N_p}{W_v}, \quad (3.18)$$

где N_p - потребляемая мощность, кВт.

$$\mathcal{E}_0 = \frac{66}{1,08} = 61,1 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{га.}$$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{66}{1,4} = 47,1 \text{ кВт} \cdot \text{час} / \text{га.}$$

Металлоемкость процесса определяется по зависимости [5]:

$$M_p = \frac{G}{W_v \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.19)$$

где G - масса конструкции, кг;

$T_{год}$ - годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ - срок службы конструкции, лет.

$$M_{p0} = \frac{1380}{1,08 \cdot 200 \cdot 8} = 0,81 \text{ кг/га.}$$

$$M_{p1} = \frac{1500}{1,4 \cdot 200 \cdot 8} = 0,66 \text{ кг/га.}$$

Изм.	Листов	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.218.20.00.00.000.ПЗ

Фондоемкость процесса определяется по зависимости [5]:

$$F_s = \frac{C_k}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{с.л}}, \quad (3.20)$$

где C_k - балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{с.л} = \frac{280000}{1,08 \cdot 200 \cdot 8} = 162,1 \text{ руб/га.}$$

$$F_{с.л} = \frac{316000}{1,4 \cdot 200 \cdot 8} = 141,1 \text{ руб/га.}$$

Трудоемкость процесса определяется по зависимости [5]:

$$T_s = \frac{n_r}{W_q}, \quad (3.21)$$

где n_r - количество рабочих, чел.

$$T_{с.л} = \frac{1}{1,08} = 0,9 \text{ чел.} \cdot \text{ч/га.}$$

$$T_{с.л} = \frac{1}{1,4} = 0,7 \text{ чел.} \cdot \text{ч/га.}$$

Себестоимость работы определяется по зависимости [5]:

$$S = C_{шт} + C_{тсм} + C_{рто} + A, \quad (3.22)$$

где $C_{шт}$ - затраты на заработную плату, руб/га;

$C_{тсм}$ - затраты на топливо-смазочные материалы, руб/га;

$C_{рто}$ - затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/га;

A - амортизационные отчисления, руб/га.

Затраты на заработную плату определяется по зависимости [5]:

$$C_{шт} = z_{\text{ч}} \cdot T_s, \quad (3.23)$$

где $z_{\text{ч}}$ - часовая тарифная ставка, руб/чел.-ч,

$$C_{шт} = 100 \cdot 1,08 = 108 \text{ руб/га}$$

$$C_{шт} = 100 \cdot 1,4 = 140 \text{ руб/га.}$$

Изм	Листы	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 3503.06.218.20.00.00.000 ЛЗ

Листы

13

Затраты на топливо-смазочные материалы определяется по зависимости [5]:

$$C_{\text{топ}} = C_k \cdot g_r, \quad (3.18)$$

где C_k - комплексная цена топлива, руб/кг;

g_r - норма расхода топлива, кг/га;

$$C_{\text{топ1}} = 30 \cdot 17,5 = 420 \text{ руб/га.}$$

$$C_{\text{топ2}} = 30 \cdot 12 = 360 \text{ руб/га.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание конструкции определяется по зависимости [5]:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_k \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.24)$$

где $H_{\text{рто}}$ - норма затрат на ремонт и техническое обслуживание, %.

$$C_{\text{рто1}} = \frac{280000 \cdot 27}{100 \cdot 108 \cdot 200} = 350 \text{ руб/га.}$$

$$C_{\text{рто2}} = \frac{316000 \cdot 27}{100 \cdot 14 \cdot 200} = 305 \text{ руб/га.}$$

Амортизационные отчисления по конструкции определяется по зависимости [5]:

$$A = \frac{C_k \cdot a}{100 \cdot W_q \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.25)$$

где a - норма амортизационных отчисления, %.

$$A_1 = \frac{280000 \cdot 12,5}{100 \cdot 108 \cdot 200} = 162 \text{ руб/га.}$$

$$A_2 = \frac{316000 \cdot 12,5}{100 \cdot 14 \cdot 200} = 141 \text{ руб/га.}$$

$$S_k = 108 + 420 + 350 + 162 = 1040 \text{ руб/га.}$$

$$S_2 = 140 + 360 + 305 + 141 = 946 \text{ руб/га.}$$

Уровень приведенных затрат на работу конструкции определяется по зависимости [53]:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F, \quad (3.21)$$

где $E_{нн}$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_{нн} = 0,15$);

$$C_{ннн}^0 = 1040 + 0,15 \cdot 162,1 = 1064,3 \text{ руб/га}.$$

$$C_{ннн}^1 = 946 + 0,15 \cdot 141,1 = 967,1 \text{ руб/га}.$$

Годовая экономия определяется по зависимости [5]:

$$\mathcal{E}_{год} = (S_1 - S_2) \cdot W_{г} \cdot T_{год}, \quad (3.26)$$

$$\mathcal{E}_{год} = (1040 - 946) \cdot 1,4 \cdot 200 = 263200 \text{ руб}.$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле:

$$E_{год} = \mathcal{E}_{год} - E_{нн} \cdot F_{д}, \quad (3.27)$$

$$E_{год} = 263200 - 0,15 \cdot 141,1 = 262980 \text{ руб}.$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по зависимости [3]:

$$T_{ок} = \frac{C_{д1}}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.28)$$

$$T_{ок} = \frac{316000}{263200} = 1,2 \text{ лет}.$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по зависимости [5]:

$$E_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (3.29)$$

$$E_{эф} = \frac{1}{1,2} = 0,83.$$

Все расчетные показатели сведены в таблицу 3.3.

Изм.	Листы	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.218.20.00.00.000ПЗ

Таблица 3.3 – Сравнительная оценка технико-экономических показателей эффективности конструкции

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Базовый	Проект	
1. Часовая производительность, га/ч	1,08	1,4	+29
2. Фондоёмкость процесса, руб/га	162,1	141,1	-13
3. Энергоёмкость процесса, кВт ч/га	61,1	47,1	-23
4. Металлоёмкость процесса, кг/га	0,81	0,66	-12
5. Трудоемкость процесса, чел.-ч/га	0,9	0,7	-23
6. Уровень эксплуатационных затрат, руб/га	1040	946	-10
7. Уровень приведенных затрат, руб/га	1064,3	967,1	-10
8. Годовая экономия, руб	-	263200	-
9. Годовой экономический эффект, руб	-	262980	-
10. Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	1,2	-
11. Коэффициент инвентификации капитальных вложений	-	0,83	-

Из таблицы 3.3 видно, что у разрабатываемой конструкции по сравнению с базовой на 29% больше производительность, а значения основных технико-экономических показателей меньше, чем у базового варианта.

Годовая экономия составляет 263200 руб, годовой экономический эффект – 262980 руб.

Срок окупаемости капитальных вложений 14 месяцев.

3.4 Техника безопасности при работе посевного агрегата

К обслуживанию сеялок допускают тех, кто подготовлен к работе на посевных агрегатах, знаком с устройством сеялок, их регулировками и правилами техники безопасности. У сеялок проверяют состояние подножной

доски и поручней. Доска должна быть широкой не менее 300...350мм и иметь предохранительные (опорные) бортики высотой 100мм. Наличие на доске трещин и других дефектов не допускается. Деревянные поручни ручки на семенных ящиках должны быть без сколов, поверхность гладкой, концы надежно зашпигнтованы, все рычаги – легко поднимаются и надежно фиксированные.

Засыпают ящик зерном только во время стоянки агрегата. Во избежание травмы рук его разравнивают деревянной лопаточкой.

Механизированную загрузку сеялок семенами начинают по сигналу сеятельщика, который в момент подъезда автопогрузчика к сеялкам не должен находиться на подножной доске сеялки, а также впереди подъезжающего автопогрузчика. Нельзя находиться на автопогрузчике нигде, кроме кабины.

Во время движения агрегата сеятельщики обязаны находиться на подножных досках, оборудованных поручнями и перилами.

Передаточные механизмы сеялок при работе закрывают предохранительными щитами. Работников, выделенных для засыпки в сеялки минеральных удобрений, снабжают предохранительными очками.

Посевной агрегат начинает движение и останавливается по сигналу старшего сеятельщика. Повороты выполняют с поднятыми сошниками сеялок и на пониженных скоростях. Работать вечером и ночью разрешается только при наличии хорошего электрического освещения.

Перед посевом протравленными семенами все работающие должны пройти техминимум по правилам безопасности, изложенным в специальных инструкциях. При этом не разрешается работать без комбинезона или халата и рукавиц; засыпать семена в сеялку без защитных очков, респиратора или марлевой повязки; работать с открытыми ящиками; разравнивать в ящиках семена руками без рукавиц; сидеть на мешках с протравленными семенами. Сеялки после работы очищают от сухих протравителей, высевающий механизм смазывают солидолом.

Перед обеденным перерывом люди, работающие с протравленными семенами, обязательно снимают халаты или комбинезоны и тщательно моют руки с мылом.

Запрещается оставлять протравленное зерно без надзора, перевозить его вместе с продуктами, обычным зерном и фуражом или насыпью без тары. На таре делают разборчивые надписи «Протравлено», «Ядовито».

В семенные и туксовые ящики нельзя класть посторонние предметы (мешки, тряпки, ключи и т.д.); надо строго следить за тем, чтобы при засыпке семян и удобрений они не попали вместе с ними в ящик.

Указания мер безопасности при работе спроектированного агрегата.

При работе необходимо соблюдать следующие правила по технике безопасности:

Пускать трактор только по установленному сигналу.

Смазывать сеялку, подтягивать гайки, регулировать высеv, наполнять ящик семенами только во время остановки агрегата.

Запрещается эксплуатация сеялки с любыми неисправностями.

Запрещается находиться на сеялке, между сеялкой и трактором во время работы и транспортировки её.

Нельзя регулировать глубину хода сошников в момент включения гидросистемы.

При обращении с минеральными удобрениями обслуживающему персоналу необходимо знать основные правила техники безопасности и санитарной гигиены. Запрещается работа на сеялке лицам, не прошедшим медицинский осмотр, моложе 18 лет, а также беременным женщинам и кормящим матерям.

При загрузке удобрений в зернотуковый ящик обслуживающему персоналу необходимо иметь защитные очки и защитную повязку.

При загрузке семенного ящика сеялки протравленными семенами, необходимо пользоваться средствами индивидуальной защиты — (респираторами, марлевыми повязками, рукавицами и т.д.).

При переездах и поворотах, трактористу необходимо следить за тем, чтобы не задеть сепякой находящиеся поблизости предметы, строго воспрещается делать крутые повороты вблизи людей, машин и строений.

При транспортировке сепяки через железнодорожный переезд, тракторист должен быть особенно осторожен, чтобы не зацепить культиваторными лапами за настил переезда или рельсы и этим создать аварийную ситуацию.

Техническое обслуживание должно производиться при заглушенном двигателе трактора в поднятом состоянии с зафиксированной транспортной планкой или опущенными рабочими органами на площадку.

При сборке сепяки в первую очередь необходимо установить опорное колесо сепяки с тягами и зафиксировать сепяку в поднятом положении транспортной планкой. После чего производить окончательную сборку сепяки.

В конструкторской части работы представлены расчеты элементов предлагаемой конструкции сепяки:

- прочностной расчет штанги;
- расчет сварных швов;
- расчет цепной передачи.

Проведенные расчеты конструктивных элементов подтверждают работоспособность данной конструкции с соблюдением требований безопасности.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании обзора литературно-патентных источников сделан вывод, что в хозяйствах используется несовершенная технология возделывания озимой пшеницы. Это прежде всего объясняется тем, что применяются морально устаревшие сельскохозяйственные машины и тракторы на основных полевых работах. В результате чего имеются большие затраты на топливно-смазочные материалы, амортизацию, техническое обслуживание и ремонт.

В хозяйствах мало внимания уделяется ресурсосберегающим технологиям.

В связи с этим предлагаются следующие мероприятия по уменьшению ресурсозатрат:

1. Проведенный обзор литературы позволит определить новую ресурсосберегающую технологию возделывания озимой пшеницы, с применением комбинированных машин, позволяющих снизить прямые эксплуатационные затраты.

2. Проведена модернизация стерневой зерновой сеялки - культиватора СЗС-2,1, у которой установлен штанговый рыхлитель, позволяющий повысить качество обработки почвы и посева зерновых культур. Применение модернизированного агрегата позволит сократить на 40-50% прямые эксплуатационные затраты на данной технологической операции.

3. В проекте разработаны необходимые мероприятия по безопасности жизнедеятельности.

4. Обоснована ресурсосберегающая технология возделывания озимой пшеницы. Применение новой технологии позволит сократить эксплуатационные затраты и получить прибыль от дополнительной продукции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя [Текст]/В.И.Анурьев. - Т-2. М: Машиностроение. 1978.-559с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. [Текст]/В.И.Анурьев. - Т-3. М: Машиностроение. 1980.-557с.
3. Афонин Е.Д. Система машин для комплексной механизации растениеводства. [Текст]/Е.Д.Афонин. - Куйбышев. 1975.-231с.
4. Бараев А.И. Избранные труды. Почвозащитное земледелие. [Текст] /А.И.Бараев.-М.: Агропромиздат, 1988.-383с.
5. Буров Д.И. Научные основы обработки почв Заволжья Куйбышев. [Текст]/Д.И.Буров.- 1985.-297с.
6. Брандт Ю.К., Тенденции развития посевных и посадочных машин. [Текст]/Ю.К.Брандт, В.А.Соколов. - М. Агропромиздат, 2003.-151с.
7. Грибановский А.П. Комплекс противоэрозийных машин. [Текст]/А.П.Грибановский. - М. Агропромиздат. 1989.
8. Гузенков, Л.Г. Детали машин. [Текст]/Л.Г.Гузенков. - М. Высшая школа. 1986. - 359с.
9. Дарков А.В. Шпиро, Г.С. Сопротивление материалов. [Текст]/М.: Высшая школа. 1989. - 624с.
10. Зангиев А.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. [Текст]/А.А.Зангиев, А.В.Шпилько, А.Г.Левшин. - М: Колос, 2005. - 325с.
11. Казаков Г.И. Дифференциация обработки черноземных почв в Среднем Поволжье. [Текст]/Г.И.Казаков. - Куйбышев, 1990. - 170с.
12. Корчагин, В.А. Владо- и ресурсосберегающие системы обработки почвы в степных районах Среднего Заволжья. [Текст]/В.А.Корчагин, Н.И.Золотарев. - Самара, 1997. - 97с.
13. Корчагин В.А. Специализированные севообороты и энерго-ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в

- степных районах Среднего Заволжья [Текст] /В.А.Корчагин, Н.П.Терентьев, В.Г.Новиков. - Самара, 1996. - 84с.
- 14.Корчагин В.А. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур. [Текст]/В.А.Корчагин, И.А.Чуданов, С.П.Чичкин.- Самара, 1995г.
- 15.Красниченко А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. [Текст] / А.В.Красниченко.-Т.1.-М.: Машиностроение. 1962.
- 16.Ломакин С.Г. Тенденции развития конструкций посевных машин в СССР и за рубежом. [Текст] /С.Г.Ломакин, Е.Л.Ревякин. – М.: 1975г.
- 17.Большов, М.М. Охрана труда в сельском хозяйстве [Текст]/ М.М.Большов.-М.: Колос, 1996-225с.
- 18.Стрелобидский В.Ф. Почвообрабатывающие машины. [Текст]/В.Ф.Стрелобидский.- М.: Машиностроение. 1978г.
- 19.Типовые перспективные технологические карты возделывания и уборки зерновых колосовых культур. [Текст]/М.: Колос, 1977 - 447с.
- 20.Зотов Б.И. Безопасность жизнедеятельности в сельском хозяйстве [Текст]/Б.И.Зотов, В.И.Курдюмов.-М.: Колос.2002г., 512с.
- 21.Чевмарев А.А., Справочник по машиностроительному черчению. [Текст]/А.А.Чевмарев, В.К.Осипов.-М.: Высшая школа. 1944. - 624с.
- 22.Цимерман М.З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин. [Текст]/М.З.Цимерман.- М.: Машиностроение. 1978г.