

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе

Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

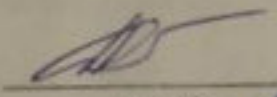
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии возделывания кукурузы на силос с разработкой конструкции штанги опрыскивателя ОП-2500»

Шифр ВКР 35.03.06.188.21.00.00 ПЗ

Студент

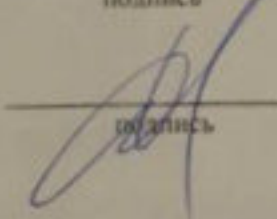
Б272-04у
группа


подпись

Сафин А.Н.
Ф.И.О.

Руководитель

профессор
ученое звание


подпись

Шогенов Ю.Х.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от 03.05.2021 г.)

Зав. кафедрой, доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2021 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
/Халиуллин Д.Т./
«12» января 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Сафину А.Н.

Тема ВКР «Совершенствование технологии возделывания кукурузы на силос с разработкой конструкции штанги опрыскивателя ОП-2500»
утверждена приказом по вузу от «24» 02. 2021 г. № 51

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10.03.2021 г.

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

3. Патенты опрыскивателей.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ технологий производства м;

2. Анализ существующих конструкций опрыскивателей

3 Расчет технологической карты производства кукурузы на силос;

4 Разработка и конструктивный расчет новой конструкции штангового опрыскивателя;

5 Безопасность и экологичность проектируемых мероприятий;

6 Техничко-экономический анализ предлагаемой конструкции.

5. Перечень графических материалов

1. Технологическая карта на возделывание кукурузы на силос.
2. Обзор и анализ существующих механизированных средств по уходу за растениями.
3. Сборочный чертеж опрыскивателя.
4. Гидравлическая схема опрыскивателя.
5. Рабочие чертежи нестандартных изделий предлагаемой конструкции.
6. Операционно-технологическая карта на внесение жидких минеральных удобрений.

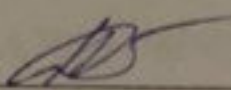
6. Консультанты по ВКР

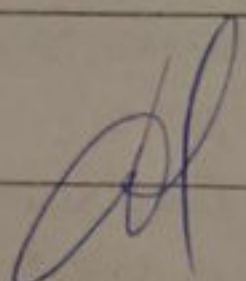
Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 25.12.2020 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	1 раздел		100%
2	2 раздел		100%
3	3 раздел		100%

Студент  /Сафин А.Н./

Руководитель ВКР  /Шогенов Ю.Х./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Сафина Азата Наилевича на тему: «Совершенствование технологии возделывания кукурузы на силос с разработкой конструкции штанги опрыскивателя ОП-2500».

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

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 14 рисунков, 7 таблиц. Список использованной литературы содержит 22 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы выпускной квалификационной работы.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Исследованы и проанализированы основы получения высоких урожаев и биологические особенности кукурузы на силос. Проведен анализ существующих технологий возделывания кукурузы на силос и сравнительная оценка существующих конструкций для опрыскивания полей. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технологическая карта возделывания кукурузы на силос. Проведен расчет показателей технологической карты. Разработана карта технологического процесса, выполняемого опрыскивателем. Проведено комплектование агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений путем опрыскивания и прогнозирование урожая при использовании новой технологии возделывания кукурузы.

В третьем разделе приведено описание предлагаемой конструкции опрыскивателя, проведены необходимые конструктивные расчеты. Разработаны мероприятия безопасной, экологической эксплуатации предлагаемой конструкции и по улучшению здоровья персонала на производстве. Произведен расчет технико-экономических показателей предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

For the final qualifying work of Safin Azat Nailevich on the topic: «Improvement of the technology of cultivation of corn for silage with the development of the design of the sprayer boom OP-2500».

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

The note consists of an introduction, three sections, conclusions and includes 14 figures, 7 tables. The list of used literature contains 22 titles.

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

The first section contains a literature and patent review. The basics of obtaining high yields and biological characteristics of silage maize have been investigated and analyzed. The analysis of existing technologies for the cultivation of corn for silage and a comparative assessment of existing structures for spraying fields. Design goals and objectives are set.

In the second section, a technological map of the cultivation of corn for silage has been developed. The calculation of the indicators of the technological map was carried out. A map of the technological process performed by the sprayer has been developed. Completion of aggregates for applying liquid mineral fertilizers by spraying and forecasting the yield when using a new technology of corn cultivation.

In the third section, a description of the proposed sprayer design is given, the necessary design calculations are carried out. Measures have been developed for the safe, environmental operation of the proposed design and for improving the health of personnel in production. The calculation of the technical and economic indicators of the proposed design has been made.

The note ends with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	8
1.1 Основы получения высоких урожаев кукурузы на силос	8
1.2 Биологические особенности кукурузы	9
1.3 Основы агротехники возделывания кукурузы	10
1.4 Анализ существующей технологии возделывания кукурузы на силос	18
1.5 Обзор и сравнительная оценка существующих конструкций для опрыскивания полей	19
1.6 Агротехнические требования, предъявляемые к опрыскиванию	27
1.7 Цели и задачи проектирования	28
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	29
2.1 Разработка технологической карты возделывания кукурузы на силос	29
2.2 Расчет показателей технологической карты	30
2.3 Разработка карты технологического процесса, выполняемого опрыскивателем	34
2.4 Комплектование агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений путем опрыскивания	35
2.5 Прогнозирование урожая при использовании новой технологии возделывания кукурузы	45
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	47
3.1 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции	47
3.2 Устройство и рабочий процесс опрыскивателя	48
3.3 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции опрыскивателя	52
3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации опрыскивателя	58
3.5 Физическая культура на производстве	60
3.6 Расчет технико-экономических показателей новой конструкции опрыскивателя	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	66
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

Для молочного скота традиционно кормовую основу представляет кукуруза, убранная на силос. Скармливаемая в достаточном количестве Кукуруза, при скармливании обеспечивает белком до 50%, потребности живой энергии до 80%.

При выращивании необходимо в полной мере соблюдать агротехнологические нормы и требования.

Приемы и технологии возделывания кукурузы на силос сильно отличаются от зерновой.

Кукуруза – злаковая культура которая является теплолюбивым растением, имеет хорошо развитые стебли, листья и корневую систему.

При соблюдении агротехнических требований, урожайность кукурузы на силос с 1 га может составить до 60 тонн. Для повышения зеленой массы необходимо обильно орошать культуру. Так при применении оросительных систем урожайность может достигать до 80 тонн с 1 гектара.

При использовании севооборота можно получить качественный и богатый урожай кукурузы. Хорошие урожаи показываются при посеве после злаковых и бобовых культур, а также многолетних трав. Оптимальными предшественниками считаются овощные культуры: картофель, огурцы, помидоры, фасоль.

Лучше всего высокие урожаи наблюдаются на черноземье, суглинистых, супесчаных и песчаных почвах. При возделывании кукурузы необходимо обработать почву по всем агротехнологическим нормам. Если почва склонна к заболачиванию и повышенной кислотности, то возделывать культуру не получится. Кислые почвы рекомендовано известковать за 1...2 года до посева. Корневую систему кукурузы необходимо азрировать, желательно со стадии прорастания. Зародыши поглощают много кислорода, и хороший урожай будет только в том случае, когда в почвенном воздухе около 20% кислорода.

Для повышения урожайности кукурузы на корм необходимо вовремя вносить различные виды удобрений: органические, минеральные,

биологические и особенно жидкие минеральные. Кукуруза хорошо развивается как на минеральных, так и на органических удобрениях.

При недостатке калия листья становятся темно-зеленого цвета, замедляется рост зеленой и корневой части растения, затем листья начинают скручиваться, желтеть и засыхать. В течение всей вегетации кукуруза нуждается в фосфоре. Особенно Культура всегда нуждается в таких микроэлементах как калий, фосфор и азот.

Сорняки, вредителей и различные болезни снижают урожайность кукурузы, поэтому кроме соблюдения агротехнических норм необходимо применять меры по и уничтожению. Для этого активно используются такие гербициды, как Аврорекс, Эродикан, Реглон. При борьбе с болезнями и вредителями необходимо также активно применять специальные средства их уничтожения.

Для соблюдения всех агротехнологических приемов необходимо разрабатывать и применять современные технические средства, которые выполняют сложные агроприемы в различных экстремальных условиях. Так, для внесения жидких минеральных удобрений нет достаточном количестве современных машин и оборудования.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии возделывания кукурузы на силос путем внедрения модернизированного опрыскивателя для внесения жидких минеральных удобрений прикорневую зону.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Основы получения высоких урожаев кукурузы на силос

Кукуруза – одна из основных культур современного мирового земледелия. Это культура разностороннего использования и высокой урожайности. На продовольствие в странах мира используется около 20% зерна кукурузы, на технические цели – 15...20% и примерно две трети – на корм.

В зерне содержатся углеводы (65...70%), белок (9...12%), жир (4...8%), минеральные соли и витамины. Из зерна получают муку, крупу, хлопья, консервы (сахарная кукуруза), крахмал, этиловый спирт, декстрин, пиво, глюкозу, сахар, патоку, сиропы, мед, масло, витамин Е, аминокислоты. Из стеблей, листьев и початков вырабатывают бумагу, линолеум, вискозу, активированный уголь, искусственную пробку, пластмассу, анестезирующие средства и др.

Зерно кукурузы – прекрасный корм. В 1 кг зерна содержится 1,34 кормовой единицы и 78 г перевариваемого протеина. Это ценный компонент комбикормов. Однако протеин зерна кукурузы беден незаменимыми аминокислотами – лизином и триптофаном – и богат малоценным в кормовом отношении белком – казеином.

Кукуруза занимает первое место как силосная культура. Силос имеет хорошую переваримость и обладает диетическими свойствами. 100 кг силоса, приготовленного из кукурузы в фазе молочно-восковой спелости, содержат около 21 кормовой единицы и до 1800 г перевариваемого протеина.

Кукурузу используют на зеленый корм, который богат каротином. В корм идут и остающиеся после уборки на зерно сухие листья, стебли и стержни початков кукурузы. В 100 кг кукурузной соломы содержится 37 кормовых единиц, а в 100 кг размолотых стержней – 35.

Как пропашная культура кукуруза – хороший предшественник в севообороте, способствует освобождению полей от сорняков, почти не имеет общих с зерновыми культурами вредителей и болезней. При уборке на зерно

она – хороший предшественник зерновых культур, а при возделывании на зеленый корм – прекрасная парозанимающая культура. Кукуруза получила большое распространение в поукосных, пожнивных и повторных посевах. Используют ее и как кулисное растение[1].

1.2 Биологические особенности кукурузы

Требования к температуре. Кукуруза – теплолюбивое растение. Семена прорастают при температуре 8...10 °С, всходы появляются при 10–12 °С. По данным В. Н. Степанова и И. С. Шатилова (1959), биологический минимум появления жизнеспособных всходов наблюдается у кремнистых сортов при 10...11 °С, у зубовидных – при 11...12 °С. Чрезмерно ранний посев в холодную переувлажненную почву приводит к гибели семян и изреживанию всходов. Наиболее благоприятная температура для роста растений 25...30 °С, что выше, чем у зерновых колосовых культур. Максимальная температура, при которой прекращается рост, 45...47 °С. Пыльца кукурузы содержит около 60% воды и обладает слабой водо-удерживающей способностью. При температуре выше 30...35 °С и относительной влажности воздуха около 30% она быстро, в течение 1...2 ч после растрескивания пыльников, высыхает, теряя способность прорасти. Это ведет к плохой выполненности початков.

Заморозки в 2...3 °С повреждают всходы, а осенью – листья. Кукуруза лучше переносит весенние заморозки, чем осенние. Поврежденные всходы способны в течение недели отрасти. Скороспелые сорта более северного происхождения лучше переносят понижение температуры и заморозки, чем южные позднеспелые сорта и гибриды кукурузы. Осенью погибшие от мороза растения можно сушить на сено или силосовать. Делать это надо сразу после заморозков, так как мерзлые растения очень быстро загнивают. Заморозок в 3 °С приводит к потере всхожести недозрелого влажного зерна.

В нечерноземной зоне наблюдается тесная зависимость между суточной продуктивностью листьев и дневной температурой воздуха (коэффициент корреляции +0,8), то есть чем выше температура, тем выше

продуктивность работы листьев. Для кукурузы биологически активной температурой считается температура выше 10 °С, ниже которой процессы роста и развития растений практически приостанавливаются. Сумма биологически активных температур, необходимая для приостанавливаются, Сумма биологически активных температур, необходимая для созревания скороспелых сортов, составляет 1800...2000°С, среднеспелых и позднеспелых сортов – 2300...2600 °С. Среднеспелые и позднеспелые гибриды различаются между собой по сумме температур, необходимых для достижения фазы выметывания, и требуют практически одинаковой суммы температур для прохождения последующих фаз[2].

1.3 Основы агротехники возделывания кукурузы

К выращиванию кукурузы по интенсивной технологии [3] устанавливает определенные требования, в том числе к подбору почв, их обработке, семенам, уходу за растениями и уборке.

Почвы: Кукурузу следует высевать на плодородных, богатых органическим веществом землях с хорошей водоудерживающей и водопроницающей способностью, которой обладают легкие по механическому составу суглинистые и супесчаные почвы. Участки под кукурузу должны иметь уровень грунтовых вод в период роста растений не ниже 80 см от поверхности. Созревание лучше протекает на южных склонах, а максимальный урожай достигается в зонах, где сумма эффективных температур за период вегетаций составляет не менее 800...900 град. С.

Оптимальными агрохимическими показателями почв являются: по кислотности наиболее благоприятна нейтральная или близкая к ней реакция почвы (рН-5,8...7,5); содержание подвижного фосфора и обменного калия – не менее 8-10 мг/100 г почвы; гумуса – не ниже 1,7 %.

Посевы кукурузы рекомендуется размещать на кислых и заболочиваемых почвах, а также на осушенных торфяниках.

Морфологические и биологические особенности растений кукурузы позволяют получать достаточно чистое зерно (в пределах ВДУ) по содержанию остаточных количеств радионуклидов и пестицидов в любой зоне Беларуси.

Предшественники. Кукуруза на зерно может возделываться в полевом, кормовом и специализированном севооборотах. При обеспечении надежной защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, а также полном удовлетворении потребностей культуры в элементах питания допускается ее выращивание бесменно на постоянных участках.

Лучшие предшественники для кукурузы – пропашные (картофель, овощи), зернобобовые, многолетние и однолетние бобовые травы, зерновые.

Обработка почвы под кукурузу включает: лушение стерни или дискование, зяблевую вспашку, культивацию, боронование.

Лушение стерни выполняют сразу же после уборки культур сплошного сева или одновременно с ней, глубина обработки – 7...8 см.

На крупных массивах применяют дисковые орудия в агрегате с энергонасыщенными тракторами. На полях с преобладанием однолетних сорняков и после крупностебельных культур проводится одно- или двукратное лушение стерни на глубину 8...10 см дисковыми луцильниками или тяжелыми дисковыми боронами. Участки с многолетними корнеотпрысковыми сорняками (вьюнок, осот, бодяк полевой и др.) лучше обрабатывать трех-двукратным лушением противозернистыми культиваторами или культиваторами-плоскорезами или чизельными культиваторами на глубину 8...10, 10...12 см. При сильном засорении почвы после первого лушения и появления новых всходов сорных растений эффективно применение аминной соли 2,4-Д (в дозе 4-5 л/га по препарату) в смеси с аммиачной селитрой (5-8 кг/га). Гербициды (фосулен – 5 кг/га, раундап или утал – 6 л/га) необходимы для борьбы с засоренностью пыреем ползучим.

Вспашка выполняется плугами с предплужниками (или без предплужников) на глубину пахотного слоя. На тяжелых глинистых, суглинистых и легких почвах, не имеющих сплошного слоя подзола, один раз в 4...5 лет необходимо проводить углубленное рыхление подпахотного горизонта (на 10...15 см ниже пахотного слоя).

На эродированных и эрозионно опасных землях целесообразна обработка на 18...26 см. На тяжелых переувлажненных и глееватых почвах, подпахотный слой которых плохо пропускает воду, делают кротование, щелевание или разуплотняющее микрополосное рыхление на глубину 40...50 см.

Осенью по мере отрастания сорняков, проводят одну-две культивации культиваторами в агрегате с боронами.

Ранней весной с наступлением физической спелости почвы проводится ее выравнивание культиваторами КПЗ-9,7, КПН-8,4, КПН-6, КПС-4Г на глубину 5...8 см или только боронами (в зависимости от качества вспашки, состояния поля применяются тяжелые – БЗТС-1,0, средние – БЗСС-1,0 зубовые бороны), или выравнивателями-планировщиками ВИП-5,6. Вторая обработка весной может выполняться агрегатом из шлейф-борон ШБ-2,5 и комбинированными агрегатами АКШ-7,2, РВК-5,4; 3,6. Начинать весеннюю обработку почвы следует под углом 45-50° к направлению вспашки, все последующие обработки – перпендикулярно предыдущим.

При весеннем внесении органических удобрений их заделывают в почву вспашкой. Весенняя вспашка также эффективна на связных, уплотненных почвах.

Перед севом проводится культивация или боронование на глубину заделки семян.

После поздних пропашных предшественников лущение, как правило, не проводят. Если предшественником была кукуруза достаточно провести дискование или дискование с последующей вспашкой. На чистых от

многолетних сорняков почвах осеннюю обработку допускается исключать, а весной ограничиться дискованием.

Дозы, формы и сроки внесения удобрений. Дозы удобрений устанавливают в зависимости от наличия питательных веществ в почве, ее типа и гранулометрического состава, биологической особенности предшественника, возделываемого сорта кукурузы, планируемого урожая, учитывая, что при урожайности зерна 50-70 ц/га культурные растения выносят из почвы 150...180 кг азота, минимум 50...60 – фосфора и свыше 150 кг калия.

Оптимальная доза органических удобрений – 40...60...80 т/га (в зависимости от планируемой урожайности).

Наиболее эффективны из органических удобрений торфонавозные компосты и подстилочный навоз. Допускается внесение бесподстилочного навоза. Высокоэффективно зеленое удобрение, фитомассу которого запахивают в почву. Лучшая форма азотных удобрений – аммиачная селитра, фосфорных – суперфосфат (одновременно с севом – гранулированный суперфосфат), калийных – безхлорные формы, известковых – пылевидная доломитовая мука.

Органические удобрения лучше вносить осенью. Если осенью не внесены, то их необходимо внести весной под раннюю культивацию или перепахку зяби. При бессменном возделывании кукурузы на одном участке органические удобрения вносить на связных почвах – не реже одного раза в два-четыре года, на легких – ежегодно или не реже одного раза в два года.

Калийные удобрения вносят осенью под зяблевую вспашку, азотно-фосфорные весной. До сева вносят 30 % годовой потребности азотных удобрений, а остальные 70 % - в период вегетационных подкормок.

Сев. Для сева используются семена районированных раннеспелых гибридов, имеющие всхожесть не менее 95 % и близкую к ней энергию прорастания.

Сев можно начинать при прогреве почвы на глубине заделки семян до 8...10 град С (ориентировочно после 25 апреля).

Основной способ сева – пунктирный с шириной междурядий 70 см, с использованием сеялок СТВ-12, СУПН-8, СУПН-8А, СПЧ-6ФС в агрегате с тракторами МТЗ-80/82, Т-70С, ДТ-75В. Скорость движения при использовании сеялок СУПН-8-8 км/ч, СПЧ-6М – не выше 5 км/ч.

Глубина сева должна быть равномерной и составлять на связных почвах – 3...5 см, на легких – 5...6 см.

Норму высева (Н, тыс.шт/га) определяют по формуле:

$$H = \frac{100 \cdot G}{100 \cdot (100 - P) + C + I \cdot K} \quad (1.1)$$

где G - густота стояния растений к моменту уборки, тыс.шт./га

P - полевая всхожесть семян, %;

C - страховая надбавка семян на естественную гибель растений, %;

I - надбавка семян на изреживание растений при проведении механической обработки посевов, %;

K - количество механических обработок посевов.

Для достижения оптимальной густоты растений к уборке в количестве 65...70 тыс.шт./га достаточно расходовать 90...100 тыс.шт./га, ибо гибель растений во время боронования (послевсходового) составляет 6...8 %, междурядной обработки – 4...5 %. При севе инкрустированными семенами страховая надбавка уменьшается на 4...5 проценто-пункта. Весовое выражение нормы высева примерно 60 кг/га.

Сев на одном поле следует заканчивать не позднее 3...4 суток с момента его начала. Поворотные полосы засеваются сразу же после окончания работ на основном массиве.

Гербириды. Для посевов кукурузы, особенно на ранних стадиях их развития, большую опасность представляют сорные растения. Поэтому в зависимости от окультуренности почв, степени засоренности необходимо применять одну из систем защиты растений.

Безгербицидная технология возможна при высокой культуре земледелия, достаточной технической оснащенности (для обеспечения эффективных агротехнических мероприятий) и при наличии сорных растений не более 100 тыс.шт./га (или по 8...10 шт./м²).

При большем количестве сорных растений (10-50 шт./м²) более эффективна малогербицидная технология, при которой гербициды вносятся только в защитную зону и в рядки кукурузы при севе. Технология обеспечивает сокращение в 2-2,5 раза расход препарата, рост производительности (выработки на агрегат), значительно меньшее воздействие на экологическую среду.

Гербицидная (или интенсивная) технология неизбежна при наличии более 500 тыс./га (60-100 шт./м²) сорных растений.

Максимальная отдача от применения гербицидов достигается при соблюдении соответствующих условий и требований. Растворы необходимо готовить сначала специализированной машиной АПЖ-12 (в концентрированном виде), а доводить до рабочего состояния в опрыскивателях.

Гербициды (рабочие растворы) вносятся машинами ПОМ-630, ОП-2500, ОПШ-15М, ОТМ-2-3. Скорость движения агрегата – 7...8 км/ч. Технологическая операция выполняется при скорости ветра не более 5 м/с.

Основная доза гербицидов вносится весной перед севом. Высоколетучие гербициды – (эрадикан, 80%-ный концентрат эмульсии – к.э. – по 5...6 л/га, алирокс, 80%-ный концентрат эмульсии – к.э. – по 5...6 л/га) требуют двукратной заделки в почву без разрыва во времени. Первая из них производится на глубину 8...10 см (сразу же после внесения) культиватором КПС-4 с боронами, вторая - культиваторами КПН-6, КПН-8,4, КПЗ-9,7, комбинированными агрегатами типа РВК, культиватором КПС-4 с боронами, УСМК-5,4. При надлежащей выравненности почвы, полной готовности предприятия к севу второй заделкой гербицида допускается считать работу сеялочного агрегата.

Более технологичные гербициды почвенного действия (аценит, 50%-ный к.э. – по 4...5 л/га, ацетал, 55%-ный к.э. – по 4...5 л/га, примэкстра, 50%-ный концентрат суспензии – по 4...6 л/га и др.) вносятся непосредственно под предпосевную культивацию.

Если сорные растения не уничтожены предпосевными обработками почвы и продолжают развиваться после всходов, необходимо обработать их страховыми гербицидами (лаббок, 40%-ный к.э. – по 3...4 л/га, майазин, 15%-ная минеральная масляная суспензия – по 7...8 л/га, 2,4 – аминная соль, 50%-ный водный концентрат (в.к.... – по 1,2...2 л/га и 40%-ный в.к. – по 1,5...2,5 л/га, диален, 40%-ный в.к. – по 2 л/га) в фазе 3...5 листьев кукурузы, остальные обработки – механические.

Интегрированная система защиты от вредителей и болезней. Система защиты кукурузы от вредителей и болезней, включающая организационно-хозяйственные, агротехнические, химические и иные мероприятия, требует соблюдения, в первую очередь, последовательности действий в севообороте.

Бессменные посевы кукурузы должны прерываться другими культурами не реже одного раза в 3...4 года. Лучше это делать введением в севооборот озимой пшеницы или ячменя, способных провоцировать прорастание покоящихся зачатков грибов – возбудителей болезней, а затем приводит к их гибели и очищению почвы от инфекции. Другие культуры, включая бобовые, биологическую защиту посевов кукурузы обеспечивают значительно хуже.

Соппротивляемость растений кукурузы к болезням и вредителям повышают фосфорные и калийные удобрения. Азотные в виде нитратной формы повышают устойчивость к пузырчатой головне, корневым и стеблевым гнилям. При угрозе развития плесневения прорастающих семян и проростков лучше использовать амонные формы (как предпосевное). Повышают устойчивость к вредным организмам микроудобрения – сернокислый марганец и цинк, которые следует применять при протравливании семян.

Зяблевая вспашка и полупаровая обработка снижают численность стеблевого (кукурузного) и лугового мотылька, губят возбудителей головневых болезней, корневые и стеблевые гнили в почве.

Для предохранения семян в период прорастания от плесневения, уничтожения возбудителей корневых и стеблевых гнилей, фузариоза, бактериоза, пузырчатой головни необходимо протравливание семенного материала.

Семена лучше протравливать тигамомЦ – по 4 кг/т с пленкообразующим полимером. Тигам защищает семена не только от болезней, но и от почвообитающих вредителей (проволочников, ложно-проволочников, личинок пластинчатоусых жуков, гусениц, подгрызающих совок). Для протравливания семян можно также использовать витатиам, 80%-ный смачивающий порошок – с.п. – по 2 кг/т и ТНТД, 80%-ный с.п. – по 1,5...2 кг/т.

Уход за посевами. После завершения сева поле необходимо забороновать легкими или средними боронами (в зависимости от механического состава почвы); при сухой погоде после боронования прикатать кольчато-шпоровыми катками. При различных климатических условиях всходы кукурузы могут появляться через 10...20 и более суток, поэтому довсходовых боронований может быть еще одно-два раза. Последнее выполняется за 3...5 суток до появления ростков кукурузы на поверхности почвы. Скорость движения – не более 7 км/ч; направление движения агрегата – поперек рядков (при обычной – безгребневой – технологии возделывания).

Первую междурядную обработку выполнять при появлении 2...3 листьев культиваторами КРН-5,6 или КРН-4,2 в агрегате с трактором Беларус-820. Рабочие органы – стрельчатые лапы и бритвы. Глубина обработки – 6...7 см, защитная зона – по 10см от рядка, скорость – 4...5 км/ч. Последующие культивации – по мере появления сорняков и уплотнения почвы, но не позже достижения растениями кукурузы фазы 6...7 листьев.

Если сроки первой культивации совпадают со сроками обработки посевов гербицидами, то операции совмещают.

Вторую или третью междурядную обработку (в зависимости от засоренности посевов) проводят с одновременным окучиванием растений кукурузы. С окучиванием целесообразно совмещать подкормку посевов. Подкормочные ножи при этом устанавливают на расстоянии 20 см от ряда на глубину 12 см, впереди – стрельчатые лапы шириной 270 см на глубину 8 см, сзади – окучники на глубину 5...6 см.

Уборка кукурузы. Наибольший урожай сухой массы, сбор протеина и жира в фазе восковой спелости зерна. Следовательно, убирать кукурузу на силос выгоднее всего в фазе молочно-восковой и восковой спелости зерна. В вегетативной массе и в початках содержится много воды и Сахаров, поэтому они хорошо силосуются. В районах, где кукуруза не достигает этих фаз, ее убирают до наступления заморозков специальными сило-суборочными и кормоуборочными комбайнами, которые измельчают растения и грузят в транспортные средства. Кукурузу на зеленый корм начинают убирать при достижении хозяйственно полезного урожая зеленой массы. Поедаемость ее уменьшается после цветения метел.

1.4 Анализ существующей технологии возделывания кукурузы на силос

Технология возделывания кукурузы рассчитывалась с учетом наличия машинно-тракторного парка, режима работы, загрузки тракторов и рабочей силы, урожайности сельскохозяйственных культур и характерных для хозяйства природно-климатических условий.

Существующая в хозяйствах в настоящее время технологии возделывания кукурузы по ряду технологических операций устарели, и работы на этих операциях не оправдывают затрачиваемых средств. Это в основном касается тех операций, где новая техника не внедрялась или ее недостаточно. Нельзя утверждать, что в хозяйстве не хватает скоростной,

высокопроизводительной техники для обработки почвы, посадки, уборки. В используемой технологии существуют операции как современные, так и устаревшие, которые необходимо изменять.

Лучшими предшественниками для кукурузы являются зерновые, картофель, однолетние и многолетние травы, пожнивные бобовые. В хозяйстве предшественником для кукурузы являются зерновые.

Анализируя существующую технологию возделывания кукурузы, можно отметить следующие недостатки:

1. Все процессы по подготовке почвы механизированы, но на некоторых операциях необходимо применять более производительную технику, тем самым сокращая затраты труда и расход энергоресурсов.

2. Малое внимание уделяется предпосевной обработке почвы.

3. Не проводятся в полной мере мероприятия по защите растений, что, в совокупности с пренебрежением к сорту и протравливанию семян, существенно снижает урожай.

4. Вследствие отсутствия необходимой техники, минеральные удобрения

перед посадкой кукурузы вносятся разбрасывателями, а это ведет к увеличению дозы внесения дефицитных удобрений, ухудшению условий питания растений, растягиванию агросроков выполнения работ, повышению расхода топлива и уплотнению почвы.

Все перечисленные недостатки не позволяют реализовать в полной мере биологический потенциал культуры.

1.5 Обзор и сравнительная оценка существующих конструкций для опрыскивания полей

Поставки новой техники для агропромышленного комплекса являются одним из основных постулатов программы возрождения села.

Ростсельмаш производит весь комплекс машин для защиты растений, за исключением самоходных опрыскивателей, а их производит

татарстанское предприятие Казаньсельмаш. Производство машин регламентируется следующими техническими нормативными правовыми актами (ТНПА): ГОСТ 12.2.111 – 85, ГОСТ ИСО 4254 – 1 – 2003, ГОСТ ИСО 4254 – 6 – 2005, СТБ ЕН 1553 – 2005 и др. в этих документах изложены основные требования к машинам для защиты растений, выполнение которых обеспечивает безопасность оператора и снижает воздействие пестицидов на окружающую среду.

Головной государственной организацией, осуществляющей разработку новых машин и оборудования для защиты растений, является Научно – практический центр и академия Ростсельмаш.

Одним из направлений решения проблемы рационального и эффективного применения химических средств защиты растений является организация межхозяйственных специализированных отрядов по выполнению химзащитных работ в сельском хозяйстве, которые должны быть оснащены высокопроизводительной современной техникой повышенной проходимости. С этой целью институтом разработан самоходный опрыскиватель ОСШ – 2500 (рисунок 1.1) на базе самоходного модернизированного шасси ШУ – 356 «Беларус «ПО «МТЗ».

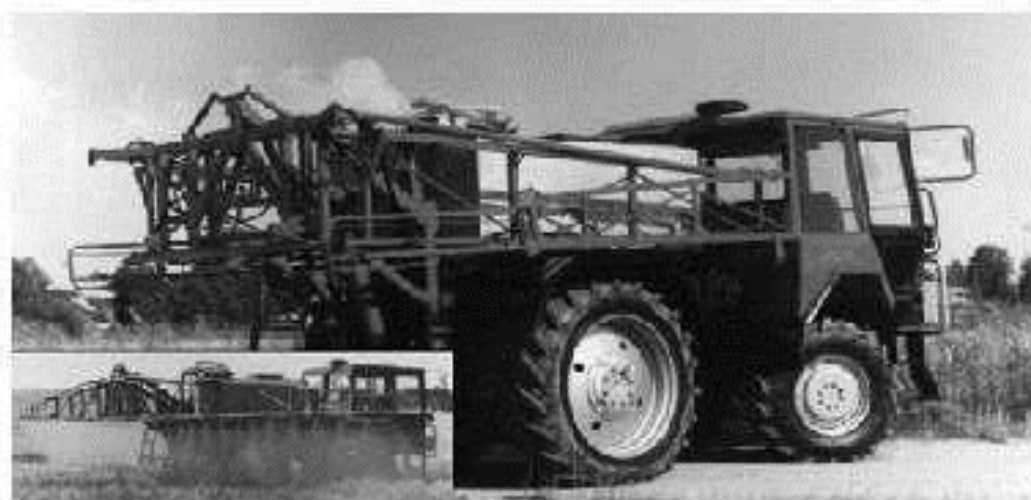


Рисунок 1.1 – Опрыскиватель ОСШ – 2500

Опрыскиватель состоит из модернизированного самоходного шасси с увеличенным клиренсом, основного и промывочного баков, размывателя концентрата пестицида, 18-метровой штанги, состоящей из центральной, двух средних и двух крайних секций, насоса, устройства самозаправки, регулирующей и запорной арматуры. Технические характеристики приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1- Техническая характеристика опрыскивателя ОСШ – 2500

Характеристика	Значение
Тип машины	Самоходная
Производительность за час основного времени, га	До 21
Рабочая ширина захвата, м	18
Рабочая скорость, км/ч	6-12
Диапазон норм вылива рабочей жидкости, л/га	75-400
Вместимость основного бака, л	3000
Вместимость бака для промывочной воды, л	200
Колея, мм	1800,2100
Клиренс, мм	600

В республике Беларусь предприятие ООО «Селагро» выпускает опрыскиватели под торговой маркой «ЗУБР».

Полуприцепные штанговые опрыскиватели ЗУБР ПШ могут иметь шарнирное «ломающееся» сцепное устройство, обеспечивающее движение опрыскивателя в колее трактора. Данная опция также позволяет:

- значительно улучшить маневренность агрегата;
- снизить потери от «вытапывания»;
- не отключать ВОМ при маневрировании;
- исключить поломку карданного вала при поворотах.

Оригинальной разработкой ООО «Селагро» является опрыскиватель ЗУБР НШ М2«МЕЛЮ» (рисунок 1.2), предназначенный для обработки пестицидами мелноративных каналов и дорожных обочин, контрольно – следовых полос и др.



Рисунок 1.2 - Опрыскиватель ЗУБР НШ М2«МЕЛИО» в работе

В настоящее время на мировом рынке производства сельскохозяйственной техники, в частности опрыскивателей, выделяются следующие производители: AMAZONEN-WERKE, BBG, Jacto, Hardi, Dubex, RAU.

Рассмотрим продукцию этих фирм и некоторых других. Наше рассмотрение начнем с опрыскивателей фирмы BBG.

На рисунке 1.3. представлен общий вид опрыскивателя в работе и в транспортном положении.

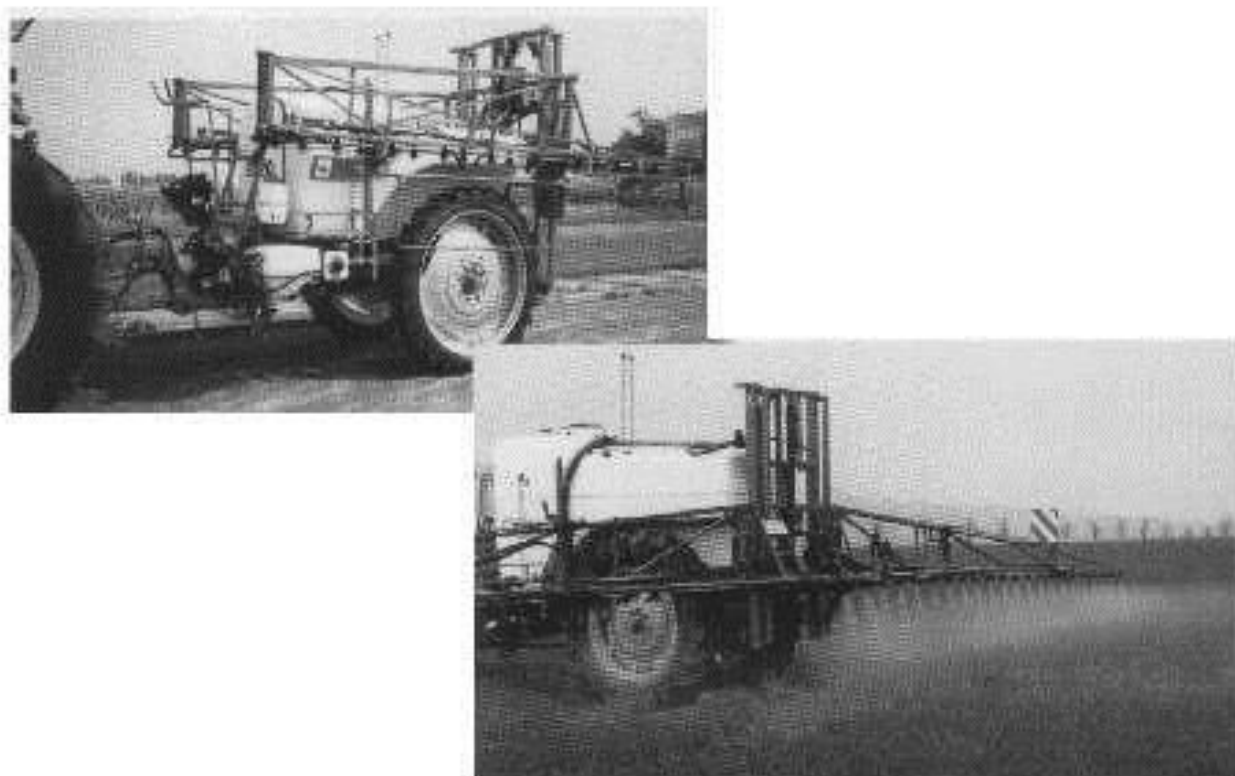


Рисунок 1.3 –Общий вид опрыскивателя

Преимущества, которые будут предоставляться в связи с использованием опрыскивателей данной фирмы:

1. Простое управление посредством компьютера,
2. Удобство в транспортировке благодаря компактной конструкции,
3. Патентированный гаситель колебаний обеспечивает параллельное ведение штанги,
4. Хорошее просматриваемое размещение элементов управления,
5. Удобно используемое смесительное устройство,
6. Управление устройства внесения через магнитные клапаны,
7. высокая коррозионная устойчивость, особенно для функционально важных элементов,
8. Хорошая маневренность,
9. Быстрое наполнение мощным насосом

Технические характеристики представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Технические данные опрыскивателя ВВГ

Бак для рабочей жидкости, л	2000	Ширина захвата, м	18
Бак для чистой воды, л	200	Рабочее давление, бар	0-20
Мощность насоса, л/мин	210	Рабочая скорость, км/ч	4-12
Длина, мм	5950	Скорость транспортировки, км/ч	25
Ширина, мм	2950	Минимальная высота опрыскивания, мм	70
Высота, мм	2950	Максимальная высота опрыскивания, мм	190
Вес в пустом состоянии, кг	2000	Необходимая тяговая мощность, кВт	30

Как видно по этим характеристикам, опрыскиватели данной марки могут найти применение в сельском хозяйстве всего мира.

Следующей фирмой, которую мы рассмотрим – это будет фирма AMAZONEN-WERKE. Рассмотрим машины этой фирмы на примере опрыскивателей типа AMAZONEUS 405-605-805-1005-1205.

Общий вид опрыскивателя представлен на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Общий вид опрыскивателя Amazone

Опрыскиватели данной марки могут оснащаться емкостями для рабочих растворов объемом от 400 до 1200 литров. По бокам от основного бака находятся две емкости для составляющих компонентов рабочего раствора. На основном баке находится таблица для приготовления различных растворов для опрыскивания, по которой можно определить, сколько и какого компонента нужно, чтобы приготовить нужный раствор. Захват штанги опрыскивателя может быть от 10 до 18 м.

Следующая фирма, которую мы рассмотрим в обзоре – это будет одна из самых известных фирм производителей сельскохозяйственной техники во всем мире. Это фирма RAU. Под ее маркой произведено много различных опрыскивателей с всевозможными новшествами и конструкторскими решениями. Рассмотрим опрыскиватели этой фирмы (рисунке 1.5), и те преимущества, которые предлагает фирма RAU.

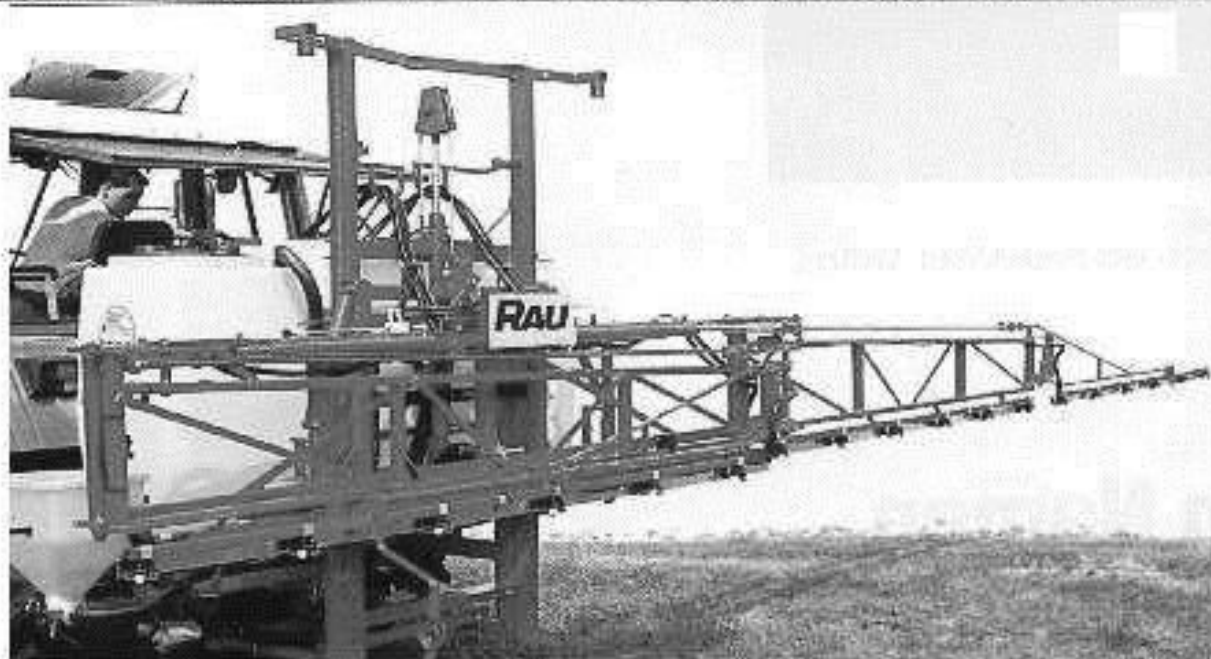


Рисунок 1.5 - Общий вид навесного опрыскивателя фирмы RAU

В опрыскивателях используются агрегаты, которые прошли испытание и все точно подходит друг к другу. При применении этих опрыскивателей дозирование становится оптимальным, точное и равномерное внесение препаратов дает наивысший коэффициент полезного действия, можно опрыскивать с меньшим количеством на 1 га, экономия затрат достигает 15 %, но это еще зависит от добросовестности тракториста. Для навесных опрыскивателей RAU выпускает емкости вместимостью – 400-600-800-1000-1500 литров. Опрыскиватели можно реализовать с системой воздушного сопровождения RAUAirplus.

Получили широкое распространение также самоходные опрыскиватели марки MAZOTTI, один из которых представлен ниже на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 - Опрыскиватель MAZOTTI серии IBISP-MAX

Серия машин IBIS P-MAX с объемом бака до 5500 л создана для крупных сельскохозяйственных предприятий и холдингов. Она обеспечивает продолжительную, аккуратную и быструю работу в напряженное время сельскохозяйственной страды.

Нашли широкое применение также опрыскиватели: УЭСМ «РОСА», ОП-2500М «Агро» и др.

Опрыскиватель полевой штанговый ОПШ «РОСА» (рисунке 4.7) применяется для внесения растворов, эмульсий и суспензий всех видов пестицидов, разрешённых к использованию в сельском хозяйстве при возделывании полевых культур и для поверхностного внесения подкормочных доз жидких минеральных удобрений и их водных растворов. Опрыскиватель агрегируется только с универсальным энергетическим средством малогабаритным УЭСМ «РОСА» и составляет с ним единый сельскохозяйственный агрегат, который эксплуатируется на сельскохозяйственных колёсах с шинами-оболочками сверхнизкого давления (КСХШО).



Рисунок 1.7 – Опрыскиватель УЭСМ «Роса» в работе

1.6 Агротехнические требования, предъявляемые к опрыскиванию

1. Календарный срок, норму внесения рабочих растворов определяет агроном по защите растений, исходя из данных мониторинга посевов.

2. Посевы желательно обрабатывать в сухую безветренную погоду при температуре воздуха 12...17°C. Не допускается внесение препаратов при скорости ветра более 5 м/с.

3. Распределение препарата по обрабатываемому объекту с допустимыми отклонениями от норм внесения не более $\pm 3\%$ при степени неравномерности распределения препарата по площади не более $\pm 5\%$.

4. Отклонение концентрации рабочего раствора от рекомендуемой не должно превышать 5 %.

5. Механические повреждения растений при опрыскивании не должны превышать 1%.

6. Не рекомендуется обрабатывать посевы перед или во время дождя, а также в период их цветения.

7. Пропуски, огрехи, перекрытия не допускаются.

1.7 Цели и задачи проектирования

Проведенный анализ вышеприведенной информации показывает, что существующие конструкции для химической защиты растений имеют как положительные стороны, так и отрицательные. Большинство аналогов имеют сложность конструкции, высокую стоимость и низкую эксплуатационную надежность, а самое главное – неудовлетворительное качество работы.

Для развития и производства отечественного оборудования нами были поставлены следующие задачи:

- повысить эффективность и производительность диспергирования препаратов,
- повысить качество дробления и нанесения рабочих жидкостей,
- повысить надежность и долговечность конструкции.

Решение поставленных задач предусматривает разработку и применение новых технических решений, направленных на оптимизацию процесса производства и повышения урожайности кукурузы.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Разработка технологической карты возделывания кукурузы на силос

Оснащение сельскохозяйственных предприятий высокопроизводительной техникой – одно из условий дальнейшего развития сельского хозяйства нашей республики, роста производительности труда, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, сокращения трудовых, материальных и денежных затрат.

Необходимо при возделывании кукурузы особое внимание уделять борьбе с сорной растительностью и стимулировать рост посадок в начальной фазе их развития путем внесения оптимальной дозы удобрений. При этом наиболее эффективно локальное внесение удобрений.

В середине августа после уборки предшественника проводим лущение стерни Беларус-3022ДВ+АДН-6 с целью рыхления почвы, заделки пожнивных остатков, семян сорняков и провоцирования их прорастания. Для внесения азота используем агрегат Беларус-820 +ОП-25000-18К Для внесения минеральных удобрений используем Беларус-920+МТТ-4У, органических – Беларус-1221+ПРТ-11А. Погрузка органических удобрений при этом осуществляется погрузчиком Амкадор-332С.

Вспашку на глубину 20...22 см производим агрегатам Беларус-3022ДВ+ППО-8-40.

Весеннюю обработку почвы производим комбинированным агрегатом АКШ-7,2. Посев кукурузы осуществляется трактором Беларус-820с сеялкой СТВ-12, оборудованной на междурядье 70 см

Уход за посадками состоит в следующем. Производится междурядная обработка, а почву обрабатываем гербицидами (МТЗ-80+ОП-25000-18К). Внесение азота (КАС) в междурядья с испем спец. штанги Беларус-920+ ОП-2500-18К В дальнейшем механическую обработку не проводим. При использовании химических средств борьбы с сорняками снижается излишнее

иссушение почвы, ее уплотнение, уменьшаются повреждения корневой системы, повышается урожайность и качество уборки.

Уборку производим прямым комбайнированием комбайном JAGUAR-850. Отвозку кукурузы Беларус-3022ДВ+ОЗТП-8573 и Беларус-1522+ОЗТП-8572. Трамбовка и укрытие траншей осуществляется погрузчиком Амкадор-332С.

2.2 Расчет показателей технологической карты

Проектирование технологической карты является важнейшим мероприятием по внедрению в сельскохозяйственное производство интенсивной технологии возделывания кукурузы на силос. Технологическая карта состоит из взаимосвязанных технологической, технической и экономической частей.

Технологическая часть включает в себя перечень всех работ, производимых в строгой последовательности согласно технологии, начиная с подготовки почвы после уборки предшественника и заканчивая уборкой урожая самой культуры. Кроме того, в технологической части указывается объем работ, число рабочих дней на проведение той или иной операции и продолжительность рабочего дня [5].

В техническую часть входят следующие графы: состав агрегата (энергетическое средство и сельскохозяйственная машина), обслуживающий персонал (механизаторы и вспомогательные рабочие), часовая производительность агрегата, расход топлива на единицу выполненной работы, количество агрегатов, необходимых для выполнения заданного объема работ.

В экономическую часть включена следующая графа: расход топлива на весь объем работ.

Технологическую карту составляем на основе особенностей интенсивной технологии, применяемой в конкретных условиях хозяйства. Объем работ определяем на 250 га площади возделывания кукурузы на силос.

Агротехника возделывания, дозы внесения минеральных и органических удобрений, защита растений от сорняков, вредителей и болезней, оптимальный агросрок определены в соответствии с рекомендациями научно-исследовательских учреждений республики.

Продолжительность рабочего дня обычно семь часов. В целях наилучшего использования рабочего времени работников колхоза в период напряженных полевых работ, в случае производственной необходимости, разрешается увеличивать продолжительность рабочего дня до десяти часов. Но при этом в другие периоды полевых работ следует сокращать рабочий день до четырех часов, с тем, чтобы средняя продолжительность рабочей недели за год не превышала 41 час.

Потребность в обслуживающем персонале устанавливаем с учетом действующих нормативов. Производительность агрегата определяем на основе типовых норм выработки на механизированных полевых работах в сельском хозяйстве. Расход топлива на единицу объема работ берем из типовых норм выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве.

Остальные графы технологической карты рассчитываем. Рассмотрим это на примере расчета операции вспашки. Объем работ для данной операции берем 250 га. Для выполнения этой операции берем следующий состав МТА: энергетическое средство – Беларус-3022ДВ, сельскохозяйственная машина – ППО-8-40. Срок начала проведения операции – с 50-го августа в течение десяти дней.

Норма выработки за смену:

$$W_{см} = W_{ч} \cdot T, \quad (2.2)$$

где $W_{ч}$ – часовая производительность агрегата, га/ч

T – продолжительность рабочего дня, ч

$$W_{см} = 2,8 \cdot 7 = 19,6 \text{ га/ч.}$$

Производительность за агросрок:

$$W_a = W_{см} \cdot D, \quad (2.3)$$

где D – число рабочих дней на данной операции, допустимые агротехническим сроком.

$$W_a = 19,6 \cdot 10 = 196 \text{ га}$$

Потребное количество агрегатов, необходимое для выполнения объема работ:

$$N_a = Q_p / W_a, \quad (2.4)$$

где Q_p – объем работ, га

$$N_a = 250 / 196 = 1,2$$

Принимаем $N_a = 2$.

Потребное количество механизаторов и вспомогательных рабочих принимаем в зависимости от количества агрегатов, количества обслуживающего персонала этих агрегатов и целого количества смен в день. В данном случае вспомогательные рабочие отсутствуют, а количество механизаторов определяем по формуле:

$$N = N_a \cdot N_m \cdot N_{см} \quad (2.5)$$

где N_m – количество механизаторов, обслуживающих один агрегат, чел.

$N_{см}$ – целое количество смен в день, шт

$$N = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2 \text{ чел}$$

Необходимое количество рабочих дней для выполнения данной операции:

$$D_p = Q_p / N_a W_{см} \quad (2.6)$$

$$D_p = 250 / 2 \cdot 19,6 = 6,4$$

Необходимое количество календарных дней для выполнения операции:

$$D_k = D_p / K \quad (2.7)$$

где K – коэффициент, учитывающий неблагоприятные условия, $K = 0,9$

$$D_k = 6,4 / 0,9 = 7,1$$

Полученное значение округляем в большую сторону. Для выполнения данной операции потребуется 8 календарных дней. Далее календарные дни согласовываем в циклах.

Определение необходимого количества нормо-смен:

$$N_{см} = Q_p / W_{см} \quad (2.8)$$

$$N_{см} = 250 / 19,6 = 12,8 \text{ смен.}$$

Затраты труда в человеко-часах по каждой операции вычисляем исходя из количества рабочих, обслуживающих агрегат в течение смены.

Затраты труда механизаторов и вспомогательных рабочих Z_m и $Z_{всп}$

$$Z_{m(всп)} = N_{см} \cdot T, \quad (2.9)$$

$$Z_{m(всп)} = 12,8 \cdot 7 = 89,29 \text{ чел.-ч.}$$

Общие затраты труда Z_o равны сумме затрат труда механизаторов и вспомогательных рабочих. Так как на данной операции труд вспомогательных рабочих не требуется, то $Z_o = Z_m = 127,54 \text{ чел.-ч.}$

Оплата труда механизаторам $S_{см}$ и вспомогательным рабочим $S_{всп}$ за весь объем работ:

$$S_e = C_n \cdot N_{см} \quad (2.10)$$

где C_n – тарифная ставка за сменную норму выработки, руб./нормо-смена.

$$S_e = 25088 \cdot 12,8 = 320126 \text{ руб.}$$

Затем, сделав начисления на полученный тарифный фонд, получим расходы на оплату труда механизаторов и вспомогательных рабочих.

Расход топлива θ_o (кг) определим по следующей формуле:

$$\theta_o = \theta_{см} \cdot Q_p \cdot n_{МТЛ} \quad (2.11)$$

где $\theta_{см}$ – расход топлива на единицу объема работ, кг/га;

$$\theta_o = 15,4 \cdot 250,2 = 7700 \text{ кг.}$$

Объем механизированных работ в физических единицах переводим в условные эталонные гектары путем умножения его на коэффициент перевода.

Объем механизированных работ в физических единицах:

$$Q_{ф.э.г} = K_I \cdot T \cdot N_{см} \quad (2.12)$$

где K_I – коэффициент перевода тракторов в условные эталонные

тракторы.

$$Q_{\text{з.за}} = 2,27 \cdot 7 \cdot 12,8 = 242,9$$

В данной последовательности выполняем расчеты по каждой операции.

Существующая и предлагаемая технологические карты в проекте представлены в виде приложения А и Б.

2.3 Разработка карты технологического процесса, выполняемого опрыскивателем

На каждую сельскохозяйственную операцию разрабатывается операционно-технологическая карта. Она составляется с учетом достижений науки и передового опыта, и устанавливает порядок, способ выполнения и наиболее рациональное использование средств механизации. Она включает в себя следующие основные элементы: агротехнические требования к выполнению данной операции, рациональное комплектование и подготовку агрегатов к работе, подготовку поля, работу агрегатов в загоне, контроль качества выполняемой работы, указания по охране труда.

Для внесения азота (КАС) в междурядья кукурузы с использованием спец. штанги выбираем агрегат, состоящий из трактора Беларус-920 и опрыскивателя ОП-2500-18К.

Технологическая характеристика опрыскивателя ОП-2500-18К [6]:

– ширина захвата - 18 м, – производительность - 18 га/ч, – рабочая скорость - 4...12 км/ч, – вместимость бака - 2500 л, – габаритные размеры в рабочем положении:

длина - 5200 мм,

ширина - 17950 мм,

высота - 2800 мм,

– вес - 1560 кг, – площадь поля - 250 га, – длина гона - 1500 м, – ширина - 800 м. – уклон местности - 3 %.

2.4 Комплектование агрегатов для внесения жидких минеральных удобрений путем опрыскивания

Задача комплектования МТА в работе ставится таким образом – для заданного опрыскивателя подобрать трактор и определить рабочую передачу трактора, обеспечив его рациональную загрузку в интервале агротехнических допустимых скоростей.

Предварительно принимается ряд передач трактора, анализируя зону его рациональной тяговой загрузки по потенциальной тяговой характеристике с учетом диапазона агротехнических допустимых скоростей: 4...12 км/ч.

Таблица 2.1 - Параметры потенциальной тяговой характеристики трактора Беларусь-920

Режим эксплуатации	Показатели	Передачи					
		3	5п	4	6п	5	7п
$P_{\text{кр}}=0$	$V_{\text{ж}}, \text{ км/ч}$	7,6	8,3	9,3	9,7	10,9	11,9
	$G_{\text{тж}}, \text{ кг/ч}$	4,9	5,1	5,2	5,4	5,6	5,8
$P_{\text{кр}}$	$P_{\text{кж}}, \text{ кН}$	22,8	20,3	17,8	16,8	14,4	12,9
	$N_{\text{кр макс}}, \text{ кВт}$	36,3	37,2	37,7	37,8	37,7	37,4
	$V_{\text{ж}}, \text{ км/ч}$	5,7	6,6	7,6	8,1	9,4	10,4
	$\delta, \%$	19,5	16,1	12,9	11,7	9,2	7,4
	$G_{\text{тж}}, \text{ кг/ч}$	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Передаточное число трансмиссии		83,5	75,8	68	64,8	57,4	52,7

Принимаем 4-ю, 6п и 5-ю передачи, так как на этих передачах тяговая мощность трактора имеет максимальное значение.

Для выбранных передач определяется

- тяговое сопротивление рабочей машины

$$R_m = (G_m + G_{\text{ф}}) (f_{\text{тп}} + i/100), \quad (2.13)$$

где G_m – вес машины, кН,

$$G_m = m \cdot g, \quad (2.14)$$

где m – масса машины, т ($m = 1,56 \text{ т}$);

$$g = 9,81 \text{ М/с}^2;$$

$$G_m = 9,81 \cdot 1,56 = 15,3 \text{ кН.}$$

G_{cp} – вес груза, кН,

$$G_{cp} = 9,81 \cdot \gamma \cdot V, \quad (2.15)$$

где γ – плотность раствора, т/м³;

V – объем емкости, м³.

$$G_{cp} = 9,81 \cdot 1 \cdot 2,5 = 24,5 \text{ кН}$$

f_{np} – коэффициент сопротивления качению трактора ($f_{np} = 0,06$);

i – уклон, %

$$R_m = (15,3 + 24,5) \cdot (0,06 + 2/100) = 3,2 \text{ кН.}$$

γ – сопротивление машины на привод ВОМ.

$$R_{\text{ВОМ}} = \frac{10 \cdot N_{\text{ВОМ}} \cdot \eta_{\text{тс}} \cdot i_{\text{np}}}{n_n \cdot r_k \cdot \eta_{\text{ВОМ}}}, \quad (2.16)$$

где $N_{\text{ВОМ}}$ – мощность на привод ВОМ, кВт ($N_{\text{ВОМ}} = 5 \text{ кВт}$ (табл. 2.12 [10]),

$\eta_{\text{тс}}$ – КПД трансмиссии трактора, находится в диапазоне 0,91...0,92, принимаем $\eta_{\text{тс}} = 0,92$ [7];

$\eta_{\text{ВОМ}}$ – КПД привода вала отбора мощности, в расчете принимается равным 0,95 [7];

n_n и i_{np} – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя (мин⁻¹) и передаточное число трансмиссии на передаче соответственно;

r_k – радиус качения ведущих колес (м), определяется по формуле:

$$r_k = r_0 + \lambda_{\text{ш}} h_{\text{ш}} \quad (2.17)$$

здесь r_0 и $h_{\text{ш}}$ – радиус обода и высота шины колеса трактора, м,

$$r_0 = 0,483 \text{ (табл. 1.2 [10])};$$

$$h_{\text{ш}} = 0,305 \text{ (табл. 1.2 [10])};$$

$\lambda_{\text{ш}}$ – коэффициент осадки шины, $\lambda_{\text{ш}} = 0,95$ [7].

$$r_k = 0,483 + 0,95 \cdot 0,305 = 0,71 \text{ м}$$

Тогда:

$$4^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\text{ВОМ}} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 0,92 \cdot 68}{2200 \cdot 0,71 \cdot 0,95} = 2,1 \text{ кН,}$$

$$6^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\text{взм}} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 0,92 \cdot 64,8}{2200 \cdot 0,71 \cdot 0,95} = 2 \text{ кН},$$

$$5^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\text{взм}} = \frac{10 \cdot 5 \cdot 0,92 \cdot 57,4}{2200 \cdot 0,71 \cdot 0,95} = 1,78 \text{ кН}$$

Общее тяговое сопротивление агрегата (кН).

$$R_{\alpha} = R_{\alpha} + R_{\text{взм}}, \quad (2.18)$$

$$4^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\alpha} = 3,2 + 2,1 = 5,3 \text{ кН};$$

$$6^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\alpha} = 3,2 + 2 = 5,2 \text{ кН}$$

$$5^{\text{я}} \text{ передача} \quad R_{\alpha} = 3,2 + 1,78 = 4,98 \text{ кН}$$

Рассчитывается коэффициент использования номинального тягового усилия

$$\eta_n = \frac{R_{\alpha}}{P_{\text{тпн}} - G_{\text{тр}} \cdot i / 100}, \quad (2.19)$$

где $G_{\text{тр}} = 33,4 \text{ кН}$ – вес трактора,

$$4^{\text{я}} \text{ передача} \quad \eta_n = \frac{5,3}{17,8 - 33,4 \cdot 2 / 100} = 0,31;$$

$$6^{\text{я}} \text{ передача} \quad \eta_n = \frac{5,2}{16,8 - 33,4 \cdot 2 / 100} = 0,32;$$

$$5^{\text{я}} \text{ передача} \quad \eta_n = \frac{4,98}{14,4 - 33,4 \cdot 2 / 100} = 0,36.$$

Принимаем 5-ю передачу, так как на ней трактор наиболее загружен.

Расчет режимов работы агрегатов

Сопротивление опрыскивателя на холостом ходу (поворот в конце гона) производится исходя из того, что:

$$R_{\alpha x} = (G_{\alpha} + G_{\text{сп}}) \cdot (f_{\text{тр}} + i / 100), \quad (2.20)$$

здесь $G_{\text{сп}}$ – вес бака, заполненного наполовину,

$$G_{\text{сп}} = 0,5 \cdot G_{\text{сп}} = 0,5 \cdot 24,5 = 12,25 \text{ кН} \quad (2.21)$$

$$R_{\alpha x} = (15,3 + 12,25) \cdot (0,06 + 2 / 100) = 2,2 \text{ кН}$$

Скорость на рабочем ходу

$$V_p = V_x - R_{\alpha} (V_x - V_{\text{пр}}) / P_{\text{тпн}}, \quad (2.22)$$

$$V_p = 10,9 - 4,98 (10,9 - 9,4) / 14,4 = 10,4 \text{ км/ч}$$

Скорость на холостом ходу без переключения передачи.

$$V_{px} = V_x - R_{ax} (V_x - V_{px0}) / P_{кпр} \quad (2.23)$$

$$V_{px} = 10,9 - 2,2 (10,9 - 9,4) / 14,4 = 10,67 \text{ км/ч.}$$

Часовой расход топлива на выбранной передаче производится с использованием формул:

на рабочем ходу

$$G_{mp} = G_x + R_{ax} (G_{max} - G_x) / P_{кпр} \quad (2.24)$$

$$G_{mp} = 5,6 + 4,98 (13,2 - 5,6) / 14,4 = 8,23 \text{ кг/ч,}$$

на холостом ходу

$$G_{mx} = G_x + R_{ax} (G_{max} - G_x) / P_{кпр} \quad (2.25)$$

$$G_{mx} = 5,6 + 2,2 (13,2 - 5,6) / 14,4 = 6,76 \text{ кг/ч.}$$

Коэффициент использования максимальной тяговой мощности

$$\eta_{им} = \eta_u \cdot \frac{V_p}{V_{px}} = 0,36 \cdot \frac{10,4}{9,4} = 0,4 \quad (2.26)$$

Тяговый КПД

$$\eta_n = \frac{N_{кп}}{N_e} \quad (2.27)$$

$$N_e = \frac{R_a + G_{mp} (f_{mp} + i/100)}{3,6 \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_d} \cdot V_p \quad (2.28)$$

где η_d – КПД буксования трактора, $\eta_d = 1 - \delta/100 = 1 - 0,05 = 0,95$.

$$N_e = \frac{4,98 + 33,4 \cdot (0,06 + 2/100)}{3,6 \cdot 0,92 \cdot 0,95} \cdot 10,4 = 25,1 \text{ кВт,}$$

$$N_{mp} = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6} = \frac{4,98 \cdot 10,4}{3,6} = 14,4 \text{ кВт,} \quad (2.29)$$

Тогда:

$$\eta_n = \frac{14,4}{25,1} = 0,57 \quad (2.30)$$

Максимальный тяговый КПД

$$\eta_{\text{н max}} = \frac{N_{\text{кр max}}}{N_{\text{ен}}} = \frac{37,7}{60} = 0,63. \quad (2.31)$$

Коэффициент загрузки двигателя.

$$\eta_N = N_e / N_{\text{ен}} = 25,1 / 60 = 0,42. \quad (2.32)$$

Подготовка МТА к работе

Трактор и опрыскиватель подготавливает тракторист под руководством бригадира (агронома) с помощью прилагаемого комплекта инструментов, следуя приведенным ниже указаниям

1. Проверить и при необходимости отрегулировать давление в шинах колес трактора: передних – 0,14 МПа (1,4 кг/см²), задних – 0,16 МПа (1,6 кг/см²).
2. Проверить правильность установки и при необходимости отрегулировать колею трактора на величину, равную технологической колее (1400 мм). Грузы с задних колес трактора необходимо снять.
3. Соединить карданный вал механизма привода насосной станции опрыскивателя с валом отбора мощности трактора, обращая внимание на то, чтобы риска на карданном валу передачи не заходила во втулку, так как это может привести к аварии.
4. Подключить гидроцилиндры опрыскивателя к гидросистеме трактора.
5. Проверить соединения боковых секций штанги с центральной, рукавов – с коллекторами. Особое внимание следует обратить на легкость поворачивания кранов, исправность приборов управления и контроля (регулятор давления, манометр, уровнемер), насоса, мешалки, штанг, чистоту бака, трубопроводов, фильтров, распылителей, плотность соединения труб и шлангов, горизонтальность положения штанги, соответствие величины давления в шинах опорных колес, рекомендуемой заводом-изготовителем. Обнаруженные недостатки и неисправности устранить.
6. Если по окончании предыдущих работ не была проведена дезактивация опрыскивателя, то необходимо ее выполнить в соответствии с

«Санитарными правилами по хранению, транспортировке и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве».

7. Установить в нижнее рабочее положение штанги опрыскивателя и надежно затормозить трактор.

8. В зависимости от вида обрабатываемой культуры, назначения применяемого пестицида определить рекомендуемую дозу внесения рабочего раствора, выбрать типоразмер распылителя и необходимое их количество установить на коллекторах штанги. При этом необходимо следовать указанным ниже рекомендациям.

При внесении гербицидов применяют щелевые распылители. Если обработка ведется фунгицидами или инсектицидами с дозой 75... 150 л/га, используют вихревые распылители, а при дозах более 150 л/га – щелевые.

Дозы, рекомендуемые для обработки посевов гербицидами, – 100...200 л/га, другими ядохимикатами – 75...300 л/га.

Центробежные распылители расставляют на штанге с интервалом 0,5 м друг от друга, а дефлекторные – 1,2 м. Свободные ниппели на штанге закрывают заглушками.

Для обработки с большими нормами расхода рабочей жидкости (внесении КАС и др.) при крупнокапельном ее распыле устанавливают распылители с максимальным выходным отверстием, ориентируясь на низкое рабочее давление в нагнетательной сети. При обработках против болезней с большими дозами расхода жидкости применяют распылители с небольшими выходными отверстиями, высоким давлением в нагнетательной сети и расстановкой распылителей на штанге с небольшим шагом, при малообъемном опрыскивании – распылители с минимальными выходными отверстиями и большим углом факела распыла. Опрыскиватели должны быть укомплектованы распылителями одного типоразмера.

Для подбора типоразмера распылителей и давления в магистрали определяют минутный расход через распылитель (л/мин) по формуле:

$$q = \frac{Q_{\text{в}} U_{\text{р}}}{600n}, \quad (2.33)$$

где Q – заданная доза внесения рабочего раствора, л/га;

Bp – рабочая ширина захвата, ч;

Vp – рабочая скорость агрегата, км/ч,

n – количество распылителей

При выборе рабочей скорости следует пользоваться общими рекомендациями для штанговых опрыскивателей.

9. Проверить правильность показаний манометра опрыскивателя с использованием комплекта приборов и оборудования ДНО-1 в соответствии с инструкцией к указанному комплексу.

10. Проверить производительность насоса опрыскивателя.

Для этого в напорную магистраль установить счетчик расхода жидкости, включить насос, установить регулятором рабочее давление, включить секундомер и по счетчику расхода жидкости определить количество проходящей жидкости в течение 1 мин. Измерения повторить три раза. Среднее значение производительности насоса сравнить с паспортными данными опрыскивателя.

11. Произвести замер минутного расхода через распылитель.

Для этого нужно включить насос, установить рабочее давление по манометру. Через 1 мин, когда подача жидкости к распылителям установится, секундомером замерить время (t_i) наполнения тарированной емкости объемом 1 л каждым распылителем с точностью до 1 с. Данные занести в таблицу. Определить минутный расход через распылитель (л, мин) по формуле:

$$q_i = \frac{60}{t_i}, \quad (2.34)$$

Определить среднее значение минутного расхода жидкости через распылитель, используя зависимость:

$$q_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad (2.35)$$

а затем определяют отклонение минутного расхода каждого

распылителя

$$\Delta q_i = \frac{q_i - q_{ср}}{q_{ср}} \cdot 100\% \quad (2.36)$$

На опрыскивателе должны быть распылители, которые имеют отклонения расхода не более $\pm 5\%$ от среднеарифметического значения. Если отклонения минутного расхода от среднеарифметического значения превышают $\pm 5\%$ для конкретного распылителя, то его следует заменить.

12. Проконтролировать вертикальность и сплошность факелов распыла, следуя указаниям [9]. Если используются щелевые распылители, то их факел распыла должен располагаться под углом $5 \dots 10^\circ$ к продольной оси штанги; для центробежных распылителей — вертикально, дефлекторных - под углом 45° назад. Конусы факелов распыла при центробежных распылителях должны перекрывать друг друга на 20 см, при дефлекторных распылителях должно быть двойное перекрытие факелов.

Качество факела (сплошность его пелены) проверяют визуально. Границы факела должны быть четко обозначены. Факелы распыла не должны иметь видимых или ярко выраженных отдельных струй жидкости. Распылители, не отвечающие этим требованиям, выбраковывают.

Величину угла факела распыла, выраженную в градусах, и симметричность факела относительно оси выходного отверстия распылителя определяют с помощью несложного переносного устройства.

От нулевой точки отсчета линейки вправо и влево определяют расстояния l_1 и l_2 до видимых границ факела распыла. Затем по значениям l_1 и l_2 определяют величины углов L_1 и L_2 (полуфакелы распыла). Сумма углов L_1 и L_2 — полный угол факела распыла. Сравнивая значения L_1 и L_2 , делают вывод о симметричности факела. Угол факела для плоскофакельных распылителей должен быть в пределах от 90° до 150° в зависимости от типоразмера распылителя. Распылители с разностью углов более 10° выбраковывают.

13. Установить такую высоту штанги, чтобы факелы распыла соседних

распылителей наполовину перекрывали друг друга.

Первоначальную настройку высоты штанги рекомендуется проводить над поверхностью, на которой четко видны следы падения факела распыла. С увеличением высоты обрабатываемых растений соответственно увеличивают и высоту установки штанги.

14. Выполнить настройку опрыскивателя на заданную норму расхода рабочего раствора.

Для этого установить расчетное давление в магистрали, соответствующее минутному расходу выбранного типоразмера распылителей. Произвести замеры фактической величины минутного расхода через распылители, определить его среднее значение и отклонение от расчетного, используя упрощенную методику. Согласно этой методике, замеры расхода жидкости через распылитель производятся так же, как и в п. 11, но не для всех распылителей, а только для четырех (наиболее и наименее удаленных от центра агрегата). Определяется среднее значение $q_{ср}$ и отклонение его от расчетного (%) по зависимости:

$$\Delta q_{ср} = \frac{q_{ср} - q}{q} \cdot 100\%. \quad (2.37)$$

Если получившееся отклонение превышает $\pm 5\%$, то следует произвести корректировку давления в напорной линии опрыскивателя.

Корректировка проводится до тех пор, пока значение установленного среднего минутного расхода не совпадет с расчетным или будет отличаться от него не более чем на $\pm 5\%$.

Подготовка поля

1. Перед началом работ определяют необходимость проведения обработок, устанавливают численность вредителей и сорняков, убирают с поля посторонние предметы.

2. Разбивают поле на загоны (в случае одновременной работы нескольких агрегатов), определяют место заправки пестицидами. Направление движения при обработке поворотных колес определяется

технологической колеей, образованной при посеве.

3. Устанавливают защитные полосы, которые исключают снос препарата на близлежащие культуры. Если ветер направлен в сторону посевов чувствительных к пестицидам культур, обработку штанговыми опрыскивателями выполняют на расстоянии (в зависимости от вида пестицида и культуры) не менее 30 м.

4. Основной способ движения агрегата при опрыскивании – челночный с поворотами 180° на поворотных полосах.

5. Намечают линию первого прохода на расстоянии, равном половине ширины захвата агрегата от боковой стороны поля, если не была предусмотрена технологическая колея.

Работа агрегатов в законе

1. Заезжают в загон, включают насос и регулировочным краном устанавливают рабочее давление в напорной магистрали, контролируемое по манометру.

2. Во время рабочего хода агрегата убеждаются в нормальной работе насоса и истечении жидкости из распылителей. Опрыскивание проводят с постоянной рабочей скоростью на соответствующей передаче при постоянном положении рычага подачи топлива. Опрыскивание начинают с подветренной стороны. В процессе работы опрыскивателя следят за показаниями манометра и периодически контролируют его работу, за направлением и скоростью ветра, а также за тем, чтобы распыленная жидкость не сносилась за пределы ширины захвата машины.

3. Не реже одного раза в час проверяют истечение жидкости из распылителей и герметичность шлангов, соединений, сальников и кранов.

4. При развороте агрегата на поворотных полосах выключают насос.

5. Уровень жидкости при заправке резервуаров контролируют по уровнемеру. Расстояние между местами заправки определяют в зависимости от количества проходов агрегата до полного опорожнения заправочного резервуара. При четном количестве проходов между заправками места

заправки размещают с одной стороны поля, при нечетном – с обеих.

6. Опрыскиватели заправляют рабочим раствором только за пределами поля, применяя для этого вспомогательные агрегаты с машинами типа МЖТ, РЖТ, РЖУ.

7. Отклонение от нормы внесения рабочего раствора проверяют 2...3 раза в смену. Равномерность обработки контролируют 1 раз в смену по наличию огрехов и пропусков [9].

8. По окончании работы промывают всю систему 2...3 раза водой с добавлением небольшого количества соды или стирального порошка.

2.5 Прогнозирование урожая при использовании новой технологии возделывания кукурузы

Интенсивная технология возделывания сельскохозяйственных культур характеризуется поточностью производства, комплексностью применения факторов интенсификации, оперативностью выполнения механизированных работ. Используя интенсивную технологию возделывания и опыт передовых хозяйств республики, планируем получить в условиях хозяйства более высокую урожайность кукурузы за счет новых высокоурожайных сортов кукурузы, внесения оптимальных доз удобрений, комплексной защиты растений, а также применения высокопроизводительных машин, повышающих качество работ.

Для достижения высокой эффективности использования почвы с целью получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо следить за ее состоянием, то есть за ее плодородием. Существует необходимость повышения плодородия бедных почв хозяйства. Одним из способов достижения этой цели является способ внесения в почву необходимых элементов, содержащихся как в органических, так и в минеральных удобрениях. При использовании этого способа можно рассматривать перспективное повышение плодородия почвы и, как следствие, урожаев культур.

Планируемую урожайность сельскохозяйственных культур на перспективу можно установить по следующей формуле:

$$Y_n = [(B_n \cdot C_n \cdot K_{\text{пер}}) + (D_{\text{NPK}} \cdot O_{\text{NPK}}) + (D_{\text{OY}} \cdot O_{\text{OY}})] / 100, \quad (2.1)$$

где B_n - балл пашни;

C_n - цена балла пашни;

$K_{\text{пер}}$ - поправочный коэффициент к цене балла пашни, $K_{\text{пер}}=1$ [4];

D_{NPK} D_{OY} оплата минеральных и органических удобрений соответственно, которые будут вноситься на перспективу, кг/га;

O_{NPK} O_{OY} оплата минеральных и органических удобрений урожаем, кг/т.

Итак, имеем: балл пашни для хозяйства равен 32,7; цена балла пашни, оцененная по урожайности основных сельскохозяйственных культур на фоне без удобрений, для кукурузы $C_n=390$ [4]; дозы органических и минеральных удобрений соответственно составляют $D_{\text{OY}}=60$ т/га и $D_{\text{NPK}}=350$ кг/га (питательных веществ). Оплата органических удобрений урожаем кукурузы $O_{\text{OY}}=150$ кг/т продукции на тонну органических удобрений. Оплата минеральных удобрений урожаем кукурузы составляет $O_{\text{NPK}}=73$ кг/кг суммы NPK. [4]

Таким образом, планируемая урожайность кукурузы составит:

$$Y_n = [(32,7 \cdot 390 \cdot 1) + (290 \cdot 73) + (55 \cdot 150)] / 100 = 307 \text{ ц/га}$$

3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Выбор и обоснование предлагаемой конструкции

Одним из важнейших факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является правильное применение минеральных удобрений. При разработке системы внесения удобрений под различные культуры необходимо учитывать многочисленные факторы: физиологическое воздействие солей удобрений на растения, условия, обеспечивающие равномерность распределения удобрений и возможности их технического осуществления, состояние компонентов удобрений в смеси, физико-механический состав почв и др.

Конструкторской разработкой данного проекта является разработка штанги опрыскивателя ОП – 2500 – 18К шириной захвата 18 метров (рисунок 3.1). Причиной этой разработки является конструкции штанги, которые используются при опрыскивании в нашем сельском хозяйстве, так как опрыскиватель не имеет системы для опрыскивания в рядах посевов, то на высокостебельных культурах опрыскивание будет проходить малозэффективно и это приведет к снижению качества проводимой операции.

Цель разработки – это установка на штангу системы для внесения жидких минеральных удобрений в междурядья высокостебельных культур, которая позволяла бы работать опрыскивателю на высокостебельных культурах, что улучшает качество обработки растений.

Эта разработка штанги заключается в установке на нее удлинителей и шарнирных корпусов насадок.

Установка удлинителей позволила уменьшить потери скорости при выходе потока из сопла распылителя при внесении что в свою очередь влияет на качество обработки.

ВКР 35.03.06.188.21.00.00.ПЗ							
Имя	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Штанговый опрыскиватель		
Разраб.	Садун АН			03.21			
Проз.	Шогенов П.Х.			03.21	Каз.ГАУ каф.МОА Группа Б272-044		
Н.контр.	Шогенов П.Х.			03.21			
Зав.каф.	Халимшин			03.21			
					Листер	Лист	Листов
					у	1	

Удлинители подсоединяются к стандартным корпусам насадок Quick Teejet. В свою очередь на удлинитель устанавливается шарнирная насадка.

Сборки шарнирных корпусов насадок Quick Teejet QJ600 имеют такие же возможности регулировки распылительных наконечников стандартных резьбовых вертулюгов Teejet, а также возможность быстрой замены.

Шарнирные корпуса насадок Teejet используются преимущественно вместе с наконечниками, применяемыми для опрыскивания в рядах посевов. Контрагайка удерживает шарнирные корпуса строго в положении выбранного угла распыления, поэтому они не подвержены влиянию сотрясений и вибрации. Используется при давлении до 9 бар (125 PSI; 0,9МПа).

3.2 Устройство и рабочий процесс опрыскивателя

Опрыскиватель полевой штанговый ОП-2500-18К предназначен для химической защиты полевых сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Общий вид опрыскивателя показан на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 - Общий вид опрыскивателя ОП-2500-18К

Основными частями опрыскивателя являются: насос, система распыла, регулирующая аппаратура, система фильтрации, бак для рабочей жидкости, штанга, рама.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 35.03.06.188.2100.00ПЗ

Лист

При работе опрыскивателя насос засасывает жидкость из резервуара через фильтр и подает ее к регулятору давления. От него через нагнетательный

фильтр, встроенный в регулятор, и через открытые клапаны распределителя жидкость подается в коллекторы штанги и через распылители – на обрабатываемые объекты. Избыток жидкости через регулятор давления поступает обратно в резервуар. От пульта управления подача жидкости также может осуществляться к гидромешалкам и в устройство для перемешивания заправляемых порошковых препаратов.

Опрыскиватель комплектуется компьютерной системой автоматической стабилизации нормы внесения рабочей жидкости «BRAVO-180» или Teejet 844E, а так же пенным маркером или системой точного вождения (GPS навигация). Ниже представим основные технические характеристики опрыскивателя ОП – 2500 – 18К.

Таблица 3.1 – Основные технические характеристики опрыскивателя ОП – 2500 – 18К

Наименование	Единица измерения	Значение
1	2	3
Производительность за 1 час, не менее:	га/ч	
- основного времени		14,4... 21,6
- эксплуатационного (при обработке полевых культур с нормой вылива рабочей жидкости 200 л/га)		7,92... 11,88
Рабочая скорость движения на основных операциях	км/ч	8... 12
Рабочая ширина захвата	м	18
Агрегатирование		«Беларус» – 900, - 920
Вместимость бака, не менее	м ³ (л)	2,5 (2500)
Расход рабочей жидкости при обработке:	л/га	
- пестицидами		100-300
- жидкими минеральными удобрениями		100-600
Рабочее давление в нагнетательной системе	МПа	0,2... 1,5
Транспортная скорость, не более	км/ч	15
Агротехнический просвет	мм	550
Высота установки штанги относительно поверхности поля	м	0,6... 2,1
Ширина колеи	мм	1500, 1800
Масса машины сухая (конструкционная) с полным комплектом рабочих органов и приспособлений	кг	1350

1	2	3
Габаритные размеры в рабочем положении, не более -длина -ширина -высота	мм	5500 18000 2300
Габаритные размеры в транспортном положении, не более -длина -ширина -высота	мм	5500 2450 2300
Удельная суммарная оперативная трудоемкость технического обслуживания	чел.ч/ч	0,075
Удельная суммарная оперативная трудоемкость устранения отказов	чел.ч/ч	0,075
Угол поперечной статической устойчивости опрыскивателя (при колее 1500 мм)	град	25

Опрыскиватель обладает рядом отличительных особенностей:

- Высокая точность дозирования и распределения пестицидов,
- Компьютерное автоматическое поддержание постоянной нормы внесения рабочей жидкости при изменении скорости движения опрыскивателя с использованием компьютеров фирм Arag или Teejet,
- Гидропривод раскладывания и подъема штанги,
- Четырехступенчатая система фильтрации рабочей жидкости,
- Оснащен специальными щелевыми распылителями серии TP, образующими низкократную пену, и позволяющими проводить обработку растений при скорости ветра до 8 м/с (стандартные распылители могут использоваться при скорости ветра не более 4 м/с). Это дает возможность значительно расширить время применения опрыскивателей в ветреную погоду.
- Управление технологическим процессом осуществляется из кабины трактора,

- Пневматическая тормозная система и механический стояночный тормоз,

- Оснащен встроенной системой промывки, включающей дополнительный бак для чистой воды емкостью не менее 120 л, систему запорной арматуры и дополнительные рукава. Это позволяет экономить до 1 часа сменного времени на промывке насоса, гидрокommunikаций и распылителей при смене используемого пестицида или техническом обслуживании опрыскивателя,

- Оборудован увеличенными колесами 9,5х42", что позволяет снизить давление опрыскивателя на почву и увеличить клиренс машины и высоту подъема штанги. Это дает возможность использовать опрыскиватели на высокостебельных растениях или в более поздние сроки вегетации без риска повреждения культур;

- Стояночная опора опрыскивателя выполнена в виде винтового домкрата, что позволяет точно выставить прицепное устройство при сцепке машины с трактором. При этом нет необходимости привлекать дополнительных людей и прилагать значительные усилия,

- Оборудован оригинальной системой слива остатков рабочей жидкости, управляемой с рабочей площадки опрыскивателя, предотвращающей загрязнение окружающей среды и контакт обслуживающего персонала с пестицидом,

- Штанга опрыскивателя оснащена оригинальной системой уравнивания, в состав которой входят гидравлические амортизаторы, обеспечивающие гашение колебаний штанги при движении опрыскивателя по плохо выровненному полю. Это позволяет предотвратить поломки штанги из-за ударов о поверхность поля,

- Оснащен усиленными ступицами колес, т.к. обычные ступицы быстро выходят из строя из-за большой массы опрыскивателя (до 4 тонн при полной заправке технологическими жидкостями).

3.3 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции опрыскивателя

После того как мы выполнили разработку штанги прицепного опрыскивателя ОП – 2500-18К мы произведем расчет параметров распыливающих наконечников, проверим пальцы на растяжение, которые соединяют составные части самой штанги, рассчитаем катеты сварного шва для соединения проушины с горизонтальной трубой, а так же произведем расчет гайки удлинителя на прочность.

Расчет параметров распыливающих наконечников

Расход рабочей жидкости распыливающим наконечником. Минутный расход через распылитель (л/мин) по формуле:

$$q = \frac{QB_p V_p}{600n},$$

(3.1)

$$q = \frac{150 \cdot 18 \cdot 10,4}{600 \cdot 50} = 0,93, (\text{л/мин})$$

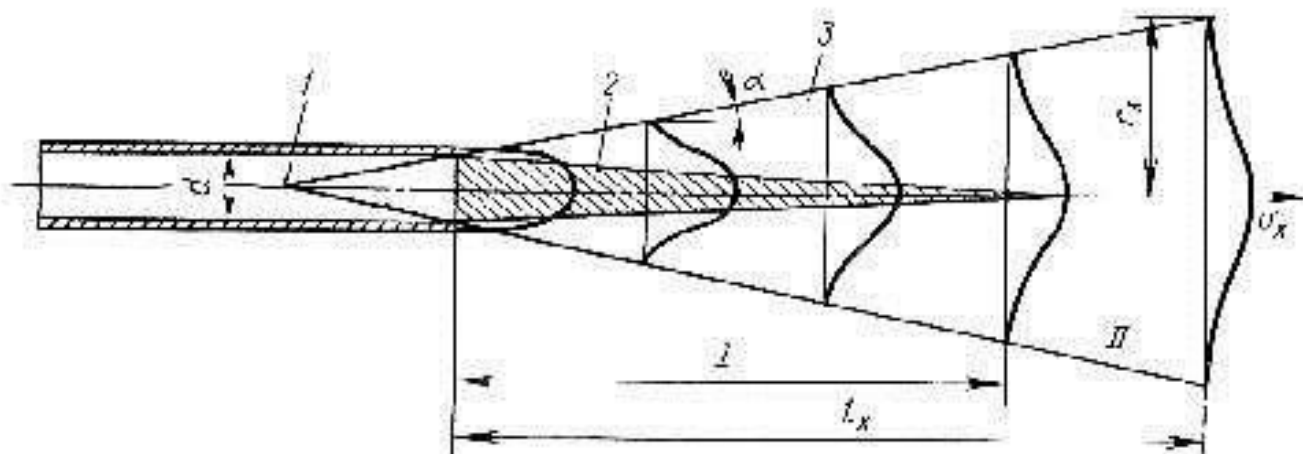
где Q – заданная доза внесения рабочего раствора, л/га;

B_p – рабочая ширина захвата, ч;

V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч,

n – количество распылителей

Структура рабочего потока. Рабочий поток образуется распыливающим устройством опрыскивателя из воздуха и массы мельчайших частичек жидкого ядохимиката, распределенного в нем. После выхода из опрыскивателя рабочий поток ведет себя аналогично свободной затопленной струе как видно на рисунке 3.2 он равномерно расширяется по мере удаления от выходного отверстия, его масса постепенно увеличивается, так как в него вовлекаются частицы окружающего воздуха, а скорость уменьшается в определенной зависимости от расстояния, резко выделяются два участка — начальный и основной.



1 – полюс струи; 2 – ядро потока; 3 – переходное сечение; I и II – начальный и основной участки струи.

Рисунок 3.2 – Схема свободной затопленной струи

В начальном участке струи у выхода из опрыскивателя (наконечника) скорость ядра потока будет постоянной и наибольшей: она определяется давлением внутри распыливающего устройства. На основном участке скорость падает. В направлении от оси потока к границам струи скорость также уменьшается и на границе струи становится равной нулю. Эпюры скоростей имеют аналогичный характер в разных сечениях трубы. У опрыскивателей разных типов различен и боковой угол α расширения струи. Этот угол для каждой данной струи постоянный, его значение определяется степенью турбулентности.

Скорость V (м/с) выхода потока из сопла при известном сечении выходного отверстия наконечника (по А. Н. Семенову):

$$V = 2,08 \cdot V_x (r_x / S + 0,145)$$

(3.2) Падение скорости по мере удаления от выходного отверстия V_x (м/с) на расстоянии l_x от распыливающего наконечника определяется из выражения (3.2) при условии $V = V_{cp}$.

$$V_x = \frac{V}{2,08 \cdot \left(\frac{r_x}{S} + 0,145 \right)} = \frac{5}{2,08 \cdot \left(\frac{0,15}{0,0014} + 0,145 \right)} = 0,02 \text{ (м/с)}$$

(3.3)

где S – сечение выходного отверстия наконечника для распылителя СТ-110 04, равняется $1,4 \text{ мм}^2$ [14];

r_x – радиус поперечного сечения струи на расстоянии l_x от сопла, $r_x = 0,15 \text{ м}$ [14];

V – скорость выхода потока из сопла, $V = 5 \text{ м/с}$ [14].

Как видно из формулы (3.3) падение скорости не велико, что в свою очередь положительно влияет на качество обработки.

Проверка диаметра пальцев на растяжение

Сначала мы проверим диаметры пальцев для соединения центральной и промежуточной частей штанги. Схему для расчетов по проверке диаметра пальцев представим на рисунке 3.3.

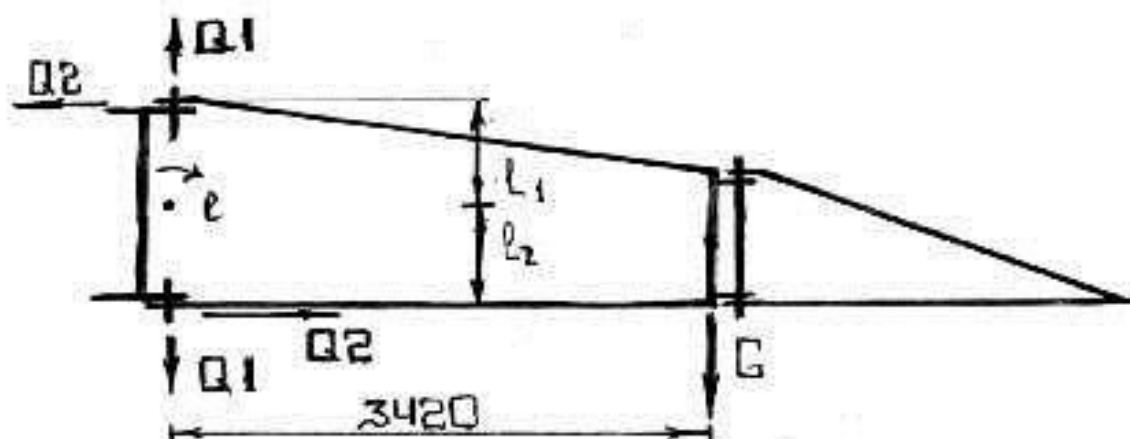


Рисунок 3.3 – Схема для проверки пальцев соединения

Определим реакцию $Q1$ по формуле:

$$(3.4) \quad Q1 = \frac{G}{2}$$

где, G – сила тяжести крыла штанги опрыскивателя, Н

Сила тяжести крыла штанги опрыскивателя рассчитывается по формуле:

$$(3.5) \quad G = m \cdot g$$

где, g – ускорение свободного падения, м/с^2 .

По техническим характеристикам примем массу крыла штанги (промежуточная и конечная секции) равно 65 кг . С учетом жидкостей

протекающих по трубопроводам штанги, которые имеют различные плотности (КАС – 1200 кг/м, ЖКУ – 1356 кг/м, пестициды – 1:1, гербициды – 1:1, аммиачная вода – 1:1) примем массу крыла штанги, равную 70 кг (брали исходя из той жидкости, которая имеет максимальную плотность – это ЖКУ).

Тогда:

$$G = 70 \cdot 9.81 = 686.7 \text{ Н.}$$

Однако, исходя из того, что во время нагрузки на опрыскиватель будут действовать динамические нагрузки, то для расчета мы будем брать не силу тяжести G , а силу тяжести N , которая учитывает динамические нагрузки.

Сила тяжести N рассчитывается по формуле:

$$N = G \cdot K \quad (3.6)$$

где, K – коэффициент, учитывающий динамические нагрузки. $K = 1.3$ [11]

Тогда:

$$N = 686.7 \cdot 1.3 = 892.7 \text{ Н.}$$

Соответственно:

$$Q_1 = 892.7 / 2 = 446.4 \text{ Н.}$$

Реакция Q_2 определится по формуле:

$$Q_2 = N \cdot 3420 / 11 \quad (3.7)$$

Тогда:

$$Q_2 = 892.7 \cdot 3420 / 300 = 10176.8 \text{ Н.}$$

Суммарная реакция Q рассчитывается по формуле

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (3.8)$$

Тогда:

$$Q = 446.4 + 10176.8 = 10186.6 \text{ Н.}$$

Определение допустимого значения напряжения на растяжение:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_{\text{т}}}{[S]} \quad (3.9)$$

где, $[S]$ – коэффициент безопасности, $[S] = 2.5$ [11].

$\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести, $\sigma_{\text{т}} = 240 \text{ Н/мм}$

Тогда:

$$[6p] = 240 / 2.5 = 96$$

Диаметр пальцев определим по формуле:

$$d = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [6p]}, \quad (3.10)$$

Тогда:

$$d = 4 \cdot 10186.6 / 3.14 \cdot 96 = 11.9 \text{ мм}$$

В целях улучшения жесткости конструкции принимаем диаметр пальцев, равный 20 мм

Расчет катета сварного шва

После этого рассчитаем катет сварного шва для соединения проушины и трубы центральной секции.

Для этого на рисунке 3.4 представим схему для расчета катета сварного шва.

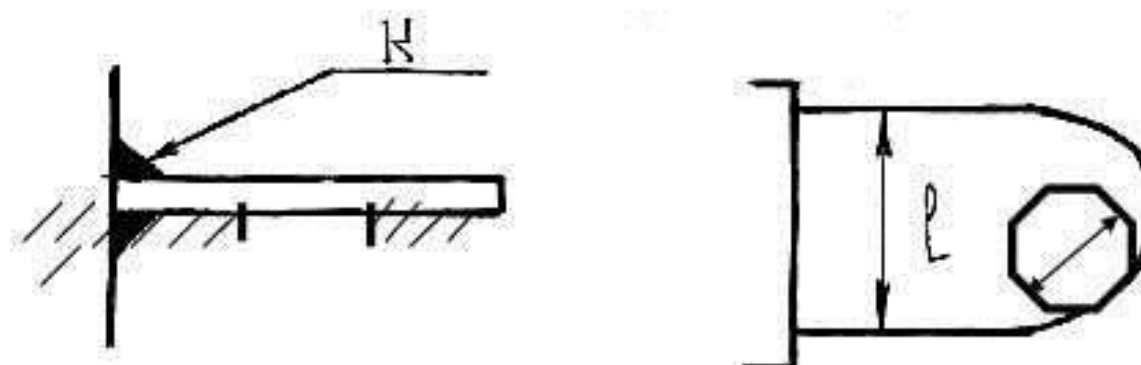


Рисунок 3.4 – Схема для расчета катета сварного шва

Так как нахлесточные соединения выполняются угловым швом, их расчет унифицирован и производится по условным касательным напряжениям[12].

Условное касательное напряжение находится по формуле:

$$\tau = 6 \cdot M / n \cdot 2 \cdot 0.7 \cdot K \cdot l < [\tau_{ср}] \quad (3.11)$$

где, M – момент, создаваемый силой тяжести крыла опрыскивателя, $N \cdot m$

$[\tau_{ср}]$ – допустимое напряжение на срез для сварного шва, N/mm

l – расчетная длина шва, мм Расчетная длина сварного шва будет равна ширине проушины.

n – количество сварных швов.

$0,7 \cdot K$ – толщина шва, мм

K – катет сварного шва, мм

Момент, создаваемый силой тяжести рассчитывается по формуле:

$$M = N \cdot L \quad (3.12)$$

где, L – расстояние до место приложения силы тяжести, которая создается массой крыла опрыскивателя, мм $L = 3420$ мм.

Тогда:

$$M = 892,7 \cdot 3,420 = 3053,034 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

В свою очередь:

$$[t \quad cr] = 0,65 \cdot [br] \quad (3.13)$$

Тогда;

$$[t \quad cr] = 0,65 \cdot 240 / 1,5 = 104 \text{ Н/мм}$$

Выразим из формулы 3.3.8 катет сварного шва и получим, что он равен

$$K = 6 \cdot 3053034 / 4 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 104 = 11,9 \text{ мм}$$

Тогда катет сварного шва примем $K = 12$ мм.

Расчет гайки удлинителя на прочность

Найдем изгибающий момент действующей на гайку, создаваемый при соприкосновении удлинителя и шарнирной насадки с почвой при работе опрыскивателя.

Для этого на рисунке 3.5 представим схему для определения изгибающего момента действующего на гайку при работе опрыскивателя.

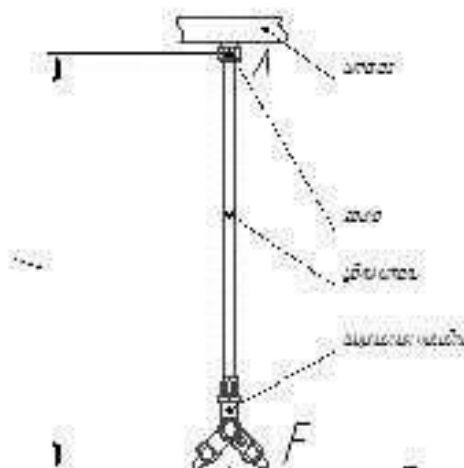


Рисунок 3.5 – Расчетная схема для определения изгибающего момента действующего на гайку при работе опрыскивателя

Изгибающий момент рассчитывается по формуле:

$$M_n = F \cdot l = 380 \cdot 0.674 = 256 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.14)$$

где, l – плечо действия силы F относительно точки A , мм $l = 674$ мм

Гайка должна удовлетворять следующему требованию:

$$M_n \leq [M]_n = 256 \leq 320 \quad (3.15)$$

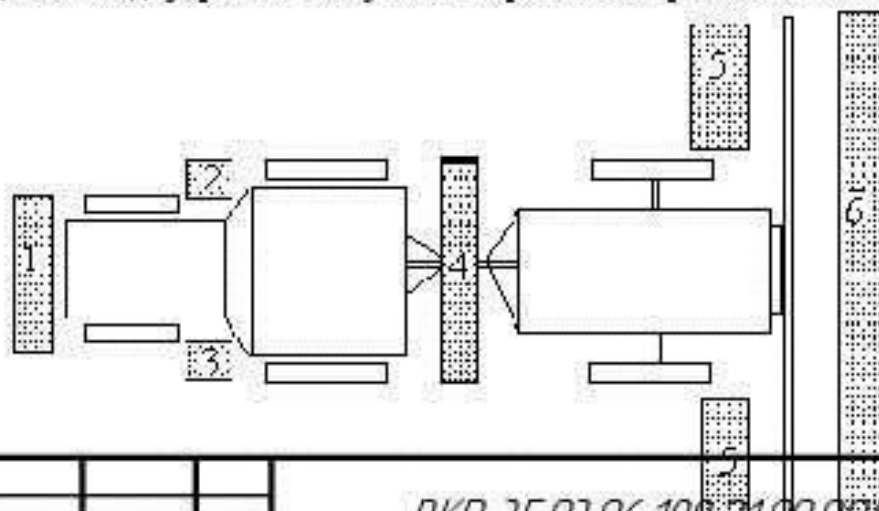
где $[M]_n$ – допустимый изгибающий момент для нейлона, $[M]_n = 320 \text{ Н} \cdot \text{м}$ [13].

Гайка удовлетворяет требованию допустимого изгибающего момента.

3.4 Правила безопасной и экологической эксплуатации опрыскивателя

Во время технологического процесса проведения обработки посевов возможно возникновение опасных и вредных производственных факторов.

При работе опрыскивателя существуют опасные зоны (рисунок 5.1), где при нахождении людей в этих зонах, механизатор должен проявлять повышенное внимание. Нахождение человека в указанных на рисунке опасных зонах во время технологического процесса представляет угрозу для процесса опрыскивания и для самого человека. Человек при попадании в эти зоны находится под угрозой получить серьезные травмы или под угрозой смерти.



1, 2, 3, 4, 5, 6 - опасные зоны

Рисунок 3.6 – Опасные зоны при работе опрыскивателя

Опасная зона 1 образуется при движении тракторного агрегата вперед передней поверхностью трактора. Она может иметь различную конфигурацию в зависимости от направления движения прямолинейно или на повороте.

Опасные зоны 2 и 3 создаются движением трактора вперед или назад или боковой поверхностью агрегата. Опасные ситуации в них создаются в большинстве случаев при запуске или повороте агрегата. Форма зон зависит от направления движения машинотракторного агрегата: прямолинейно, на повороте в движении или на месте.

Опасная зона 4 включает в себя опасные факторы отдельных узлов машинотракторного агрегата, могут проявить себя как при движущемся, так и при не движущемся агрегате. Например, вращающиеся (карданный вал). Ее можно назвать опасной внутренней зоной.

Опасная зона 5 образуется передней поверхностью прицепляемой машины. Форма зоны зависит от направления движения машинотракторного агрегата. Нахождение людей в зоне может быть постоянным и случайным.

Опасная зона 6 образуется задней поверхностью машинотракторного агрегата при движении его задним ходом. Зона периодически обозревается, но не по всей величине. В зависимости от нахождения людей ее можно характеризовать как зону с постоянным или случайным нахождением людей.

Большинство травм происходит в 5 и 6 зонах, так как агрегат имеет большую ширину захвата, особенно при движении агрегата задним ходом, или в плохо просматриваемых местах.

Для опрыскивания полей сельскохозяйственного значения необходимо также предусмотреть следующее:

					ВКР 35.03.06.188.21.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- перевозку пестицидов производить только специально оборудованным для этого транспортом,
- отпуск пестицидов производить только по массе,
- своевременно и в полном объеме проводить обеззараживание опрыскивателей и средств индивидуальной защиты,
- выделить отдельный инструмент для выполнения работ по обслуживанию и ремонту машин и аппаратуры по химзащите растений,
- установить на все используемые опрыскиватели бачки для чистой воды, запретить использовать их механизаторам в непредусмотренных целях,
- пестициды со склада хозяйства должны выдаваться по письменному распоряжению руководителя предприятия или его заместителей лицу, ответственному за проведение работ по защите растений, в количествах, соответствующих планам работ на один день или для отдельных бригад на несколько дней,
- по окончании работ остатки неиспользованных пестицидов вместе с тарой необходимо сдавать обратно на склад хозяйства с составлением акта,
- перевозка пестицидов должна производиться специализированным или приспособленным для этих целей транспортом

3.5 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по

					ВКР 35.03.06.188.2100.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

физической культуре для операторов кормоприготовительного цеха должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

3.6 Расчёт технико-экономических показателей новой конструкции опрыскивателя

Произведем расчеты затрат на заработную плату при использовании этих агрегатов в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет заработной платы с начислениями

№ п.п	Вид затрат	%	технологии	
			существующая	предлагаемая
1	Фонд по тарифу (итог тех. карт)		49,8	49,8
2	Доплата за продукцию (25% от п.1)	25	12,4	12,4
3	Надбавка за стаж работы (16% от п.1)	16	8,0	8,0
4	Доплата за сроки и качество (12,5% от п.1)	12,5	6,2	6,2
5	Повышенная оплата на уборке (13% от п.1)	13	6,5	6,5
6	Доплата за классность и мастерство (10% от п.1 и п.5)	10	5,6	5,6
7	Другие надбавки и доплаты (2,69% от п.1+п.2)	2,69	1,7	1,7
8	Итого (1+2+3+4+5+6+7)		90,2	90,2
9	Фонд на отпуска и др. затраты (8,54% от п.8)	8,54	7,7	7,7
10	Итого (8+9)		97,9	97,9
11	Начисления по соц. страхованию (30% от п.10)	30	29,4	29,4
12	Всего		127,2	127,2

Затраты на ГСМ, определим по выражению:

$$Z_{\text{гсм}} = 175 \cdot 5 \approx 875 \text{ тыс. руб.} \\ (3.16)$$

$$Z_{\text{сметр}} = 175 \cdot 5 \approx 875 \text{ тыс. руб.}$$

Амортизационные отчисления определим в соответствии с установленными нормами, а также отчисления на ТО и ТР и представим в таблицу 3.3.

Прочие затраты составляют:

					ВКР 35.03.06.188.21.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{\text{тр.сущ.}} = (127,2 + 875 + 147,1) \cdot 0,05 = 57 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_{\text{тр.пред.}} = (127,2 + 875 + 157,7) \cdot 0,05 = 57 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 3.3 – Расчет капиталовложений и отчислений на амортизацию, ТО и ТР

Марка машины	Балансовая стоимость, тыс. руб.	Фактическая нагрузка, ч	Годовая нормативная нагрузка, ч	Капитальные вложения, тыс. руб.	Нормы отчислений, %		Сумма отчислений, тыс.руб.		Всего отчислений, тыс.руб.
					на восстановление	техобслуживание и	на восстановление	техобслуживание и	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Существующая технология									
Беларус-920	55620	13,9	1500	515,0	10,0	4,8	51,5	24,7	76,2
ОП-2500-18К	12000	13,9	800	208,3	20,0	14,0	41,7	29,2	70,8
Итого:				723,3			93,2	53,9	147,1
Предлагаемая технология									
Беларус-920	55620	13,9	1500	515,0	10,0	4,8	51,5	24,7	76,2
ОП-2500-18К	13800	13,9	800	239,6	20,0	14,0	47,9	33,5	81,5
Итого:				754,6					157,7

Сумма эксплуатационных затрат:

$$З_{\text{э.сущ.}} = 127,2 + 875 + 147,1 + 57 \approx 1206 \text{ тыс. руб.}$$

$$З_{\text{э.пред.}} = 127,2 + 875 + 157,7 + 57 \approx 1216 \text{ тыс. руб.}$$

Рассчитываем следующие показатели эффективности для двух агрегатов:

– производительность труда определяем по формуле:

$$ПТ_{\text{сущ.}} = \frac{250}{13,9} = 17,9 \text{ га / чел. ч. ;}$$

$$ПТ_{\text{пред.}} = \frac{250}{13,9} = 17,9 \text{ га / чел. ч. ;}$$

– трудоемкость определим по формуле (6.7):

$$T_{\text{сущ.}} = \frac{13,9}{250} = 0,05 \text{ чел. ч / га ;}$$

$$T_{\text{пред.}} = \frac{139}{250} = 0,05 \text{ чел. ч/га.}$$

– рост производительности труда рассчитываем по формуле:

$$П_{\text{пр}} = \frac{17,9 - 17,9}{17,9} \cdot 100 = 0.$$

– уровень снижения трудоемкости определим по формуле:

$$T_{\text{с.к.}} = \frac{0,05 - 0,05}{0,05} \cdot 100 = 0.$$

– удельные эксплуатационные затраты рассчитываем по формуле:

$$З_{\text{уд.сущ.}} = \frac{1206}{250} \approx 4,8 \text{ тыс.руб/га.};$$

$$З_{\text{уд.пред.}} = \frac{1216}{250} \approx 4,8 \text{ тыс.руб/га.}$$

– годовая экономия эксплуатационных затрат рассчитывается по формуле:

$$Э_z = (З_{\text{уд.сущ.}} - З_{\text{уд.пред.}}) \cdot Q + \Delta D \text{ тыс. руб.} \quad (3.16)$$

Стоимость дополнительной продукции:

$$\Delta D = \Delta V \cdot Ц_z \quad (3.17)$$

где ΔV – объем дополнительной продукции, полученный по предлагаемой технологии за счет урожайности 205 тон,

$Ц_z$ – цена 1 тонны силоса из кукурузы, тыс. руб.

$$\Delta D = 205 \cdot 100 = 20500 \text{ тыс. руб.}$$

$$Э_z = (4,8 - 4,8) \cdot 250 + 20500 = 20500 \text{ тыс. руб.}$$

- приведенные затраты рассчитываем по формуле:

$$П_{\text{сущ.}} = 1206 + 0,1 \cdot 723,3 \approx 1278 \text{ тыс. руб.}$$

$$П_{\text{пред.}} = 1216 + 0,1 \cdot 754,6 \approx 1291 \text{ тыс. руб.}$$

- годовой экономический эффект определяем по формуле:

$$Г_z = П_{\text{сущ.}} - П_{\text{пред.}} + \Delta D \quad (3.18)$$

$$Г_z = 1278 - 1291 + 20400 = 20487 \text{ тыс. руб.}$$

Все показатели сводим в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Показатели эффективности внедрения конструктивной разработки

Показатели	Машина	
	существующая	предлагаемая
Производительность труда, га/чел-ч	17,9	17,9
Трудоемкость, чел-ч/га	0,05	0,05
Приведенные затраты, тыс.руб.	1278	1291
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	1206	1216
Удельные эксплуатационные затраты, тыс. руб/га	4,8	4,8
Годовая экономия затрат, тыс. руб.	-	20500
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	20487

Анализируя таблицу 3.4, можно смело сказать, что данная конструкторская разработка экономически эффективна и возможно ее дальнейшее применение в машиностроении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены основы получения высоких урожаев кукурузы на силос.

Произведен анализ существующей технологии возделывания кукурузы на силос и предложена перспективная технология.

Рассмотрен рабочий процесс опрыскивателя ОП-2500-18К. В разработанном варианте, установлены системы для внесения жидких минеральных удобрений в рядках посевов, которые позволят качественно выполнять опрыскивание на высокостебельных культурах.

Для улучшения организации охраны труда и предотвращения загрязнений природной среды предложены специальные мероприятия.

Технико-экономическое обоснование принятых решений свидетельствует о том, что повысится производительность труда и годовой экономический эффект.