

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление 35.03.06 «Агроинженерия»

Кафедра Машин и оборудования в агробизнесе

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: *Механизация возделывания пропашных*

культур с разработкой оборотного плуга

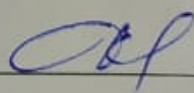
Шифр *ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00.ПЗ*

Студент группы Б262-06У


подпись

Арсланов А.М.
Ф.И.О.

Руководитель к.т.н., доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(протокол № 7 от 05.02 2020)

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


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Арсланова А.М. на тему «Механизация возделывания пропашных культур с разработкой оборотного плуга»

Работа состоит из пояснительной записки на 62 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 11 рисунков, 2 таблицы и 55 формул. Список использованной литературы содержит 13 наименований.

Целью ВКР является получение максимальной урожайности по зерну кукурузы при наименьших затратах на ее производство с более высоким качеством продукции за счет внедрения ресурсосберегающей технологии.

В первой главе проведен литературно-патентный обзор технологий возделывания кукурузы на зерно и конструкций плугов для гладкой пахоты.

Во второй главе описана предлагаемая технология возделывания кукурузы на зерно, приведены технологические расчеты, а также рассмотрены вопросы охраны труда.

В третьей главе проведено обоснование схемы предлагаемого механизма поворота оборотного плуга, расчет деталей, узлов и экономической эффективности конструкции, разработаны мероприятия по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности, а также рассмотрена экологическая безопасность.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

At the final qualifying work Arslanova A.M on the topic: "Mechanization of cultivation of row crops with the development of a reversible plow"

The work consists of an explanatory note on 62 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 11 figures, 2 tables and 55 formulas. The list of used literature contains 13 items.

The aim of the WRC is to obtain the maximum yield of corn grain at the lowest cost of its production with higher quality products through the introduction of resource-saving technology.

The first chapter provides a literature and patent review of corn cultivation technologies and plow designs for smooth plowing.

The second chapter describes the proposed technology for cultivating corn for grain, provides technological calculations, and also considers labor protection issues.

In the third chapter, the justification of the scheme of the proposed mechanism for tuning the reversible plow is carried out, the calculation of parts, assemblies and economic efficiency of the structure, measures for safety and life safety are developed, and environmental safety is considered.

The note concludes with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	8
1.1 Биологические особенности выращивания кукурузы на зерно	8
1.2 Обзор существующих конструкций	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	20
2.1 Предлагаемая технология возделывания кукурузы на зерно	20
2.2 Составление технологической карты на производство кукурузы на зерно по энергосберегающей технологии	22
2.3 Построение траектории поворота агрегата	27
2.4 Расчет необходимой ширины поворотной полосы	33
2.5 Расчет производительности агрегата	34
2.6 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве	35
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	37
3.1 Устройство и принцип работы предлагаемой конструкции	37
3.2 Конструктивный расчет	39
3.3 Правила эксплуатации и регулировки	49
3.4 Техническое обслуживание	49
3.5 Разработка мероприятий по технике безопасности	53
3.6 Мероприятия по охране окружающей среды	55
3.7 Расчет стоимости изготовления обратного механизма	56
3.8 Расчет годового эффекта и срока окупаемости внедрения обратного механизма	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	62
СПЕЦИФИКАЦИИ	64

ВВЕДЕНИЕ

Земледелие – древнейшее занятие человечества. Почва – уникальное природное тело, характеризующееся плодородием, которое снижается при не правильном обращении с ней, поэтому так важно определить рациональные приемы и технические средства для обработки почвы.

Современная жизнь требует увеличения производства продуктов питания и, как следствие, интенсификации сельскохозяйственного производства. Широкое внедрение интенсивных технологий, сущность которых состоит в оптимизации условий выращивания сельскохозяйственных культур на всех этапах роста и развития растений – важный резерв повышения урожайности. Интенсификация неизбежно приводит к увеличению урожайности культур.

Наиболее важной операцией обработки почвы является ее вспашка. На качество вспашки главным образом влияет плуг.

Вспашка является ответственным этапом в технологии возделывания зерновых культур. Часто возникает необходимость быстрой и качественной вспашки площадей с соблюдением агротехнических требований. Для удовлетворения этих требований предлагается реконструировать относительно недорогой оборотный плуг и поставить на него новый реверсирующий механизм, который конструктивно выполнен так, что не представляет трудности в эксплуатации: упрощает работу механизатора при переводе из правого положения в левое, обратно и при укладке рамы в транспортное положение. Удобство в обращении значительно экономит силы тракториста, ведет к сокращению времени на дополнительные операции, а следовательно и производительность труда.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

1.1 Биологические особенности выращивания кукурузы на зерно

Кукуруза занимает значительное место среди пропашных культур. Кукуруза – однолетнее, однодомное, раздельнополая, это перекрестноопыляемое растение семейства злаковых, подсемейства просовидных. Как и все хлеба второй группы, кукуруза теплолюбивая культура. Минимальная температура прорастания семян большинства гибридов и сортов 3-10С, а нормально развитые и дружные всходы появляются при температуре 10-12С. Кукуруза высеяна в холодный и переувлажненный грунт, прорастают очень медленно, всходы ее часто бывают сжигенные, потому набубнявиле семена поражается грибными болезнями и теряет полевую всхожесть. Перспективными являются выведенные селекционерами биотипы кукурузы, способны прорасти при температуре 5-6 С. Всходы кукурузы выдерживают температуру до минус 3С, в фазе 2-3 листьев – до минус 3-5 С. Кукуруза лучше выдерживает весенние заморозки, чем ранние осенние (минус 2-3С), которые повреждают зерно незрелых початков и резко снижают его всхожесть и товарную качество. Более требовательные к теплу сорта и гибриды зубоподобной группы, меньше – кремнистой.

Кукуруза лучше всего растет и развивается при средней суточной температуре до 25С. При более низких температурах (14-15С) рост растений задерживается, а при снижении их до биологического минимума (10С) прекращается. Высокие температуры (25-30С) кукуруза до цветения выдерживает хорошо, но если они в период выбрасывания волотей и появления столбиков початков превышают 30-35С, резко нарушается нормальный ход цветения и оплодотворения растений (разрыв во времени между появлением столбиков и растрескиванием пыльников достигает 7-8 дней), вследствие чего наблюдается значительная череззерница в початках. Максимальная температура, при которой прекращается рост кукурузы, составляет 45-47°С. Сумма биологически активных температур, необходимая для созревания скороспе-

лых гибридов и сортов, составляет 1800-2000С, средние - и среднеспелых 2300-2600 С, позднеспелых 3000-3200С.

Одни ученые относят кукурузу к засухоустойчивых растений, другие - к влаголюбивых. Кукуруза в ранние фазы роста и развития (до образования генеративных органов) действительно может длительное время находиться в состоянии увядания, а при выпадении осадков восстанавливать жизнеспособность и продолжать вегетацию. Кроме того, корневая система кукурузы глубоко проникает в почву и хорошо усваивает влагу из глубоких его слоев.

На образование единицы сухого вещества кукуруза расходует почти вдвое меньше воды, чем пшеница первой группы. Коэффициент ее транспирации составляет в среднем 246 (174-406). Это он мог стать основанием для отнесения кукурузы к засухоустойчивых растений. Однако после образования на растениях 8-9 листьев и особенно с появлением метелки потребности кукурузы во влаге резко возрастают, достигая максимума в период от начала цветения (выбрасывание метелки) до начала молочной спелости. Длится он примерно месяц и является наиболее критическим для кукурузы по ее потребности во влаге. В этот период кукуруза использует около 70% влаги от общего ее количества потребленной. Установлено, что даже кратковременная (2-3-дневная) почвенная засуха в период выбрасывания волотей или опыления (если при этом наблюдается увядание растений) может привести к снижению урожая на 22%. Кукуруза очень чувствительна к влаге также во время налива зерна. Оптимальная влажность почвы в период активной вегетации должна составлять 75-80 % НВ, что обеспечивается выпадением летом до 300мм осадков.

Вместе с тем избыток влаги, в частности близкое залегание грунтовых вод, негативно влияет на развитие кукурузы. В чрезмерно увлажненной почве из-за плохой аэрации воздух очень медленно прорастают семена, что приводит к его загниванию; слабо развивается корневая система; растения плохо усваивают фосфор и ухудшается их белковый обмен, они желтеют и дают низкий урожай. За избыточных осадков в период созревания и уборки урожая

кочаны повреждаются грибными болезнями, что приводит к снижению урожая зерна и ухудшения его качества.

Высокие урожаи зерна и зеленой массы кукуруза дает на всех почвах, пригодных для возделывания других полевых культур. Однако лучше всего она растет и развивается на почвах с глубоким гумусовым горизонтом, хорошо задерживают влагу и не заболачиваются при этом, проницаемые для воздуха, имеют достаточное количество легкоусвояемых питательных веществ и нейтральную или слегка кислую реакцию почвенного раствора (рН 5,5...7). Такими почвами являются черноземы, темно-каштановые, темно-серые. Кукуруза лучше растет на хорошо аэрированных почвах. При недостатке кислорода в почве прекращается рост ее корневой системы, нарушается усвоение растениями воды и питательных веществ. Кукуруза требовательна к плодородию почвы. С урожаем зерна 50-60 ц/га или 500-600 ц/га зеленой массы из почвы выносятся 150-180 кг/га азота, 50-60 кг/га фосфора, 150-180 кг/га калия и много других питательных веществ. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах, вылугуемых черноземах наиболее эффективными для кукурузы являются азотные удобрения, на обыкновенных черноземах - фосфорные, на торфовых и легких супесчаных пойменных - калийные удобрения. Кукуруза - светолюбивое растение. Для образования листовой поверхности и накопления достаточного количества органических веществ она требует интенсивного солнечного освещения во все фазы роста и особенно в начальные. Даже незначительное затенение молодых растений приводит их "стежание" - вытягивание и пожелтение, что негативно сказывается на продуктивности посевов. Поэтому для выращивания высоких урожаев важно соблюдать оптимальной густоты стояния растений, уничтожать сорняки в течение всего периода вегетации.

Кукуруза - растение короткого светового дня. Она быстрее заканчивает вегетацию при продолжительности светового дня 8-9 ч, а при 12-14 ч удлиняется вегетационный период. Особенности роста. Разделяют такие фенологические фазы роста кукурузы: прорастание семян, всходы, образования 3-го

листа, кущение, выход в трубку (11-13-й листок), выбрасывания волотей, цветения, формирования и созревания зерна молочной, восковой и полной спелости. [6].

1.2 Обзор существующих конструкций

Плуг состоит из смонтированных на раме рабочих органов, механизмов, опорных колес, прицепа или навески для соединения с трактором.

Основные рабочие органы плуга: корпус, предплужник и нож. Корпус отрезает пласт почвы, обрачивает его и рыхлит. Предплужник отрезает часть задернутого пласта и сбрасывает его на дно борозды. Нож отрезает пласт в вертикальной плоскости.

Классификация: по конструкции корпусов различают плуги лемешные, дисковые, чизельные, ротационные, комбинированные. Лемешные плуги наиболее распространены. Их делят на плуги общего назначения и специальные. По способу агрегатирования плуги разделяют на прицепные, полуприцепные и навесные, а по технологии вспашки – на плуги для свальной – развальной и гладкой пахоты. Последние снабжены право – и левообрабатывающими корпусами, попеременно выключаемыми в работу и не образуют свальных гребней и разъемных борозд. Такие плуги называются оборотными. Вспашка оборотными плугами не требует разбивки поля на загоны, делает поверхность поля ровной с полной заделкой растительных остатков, повышает урожайность на 5...8%, облегчает работу тракториста.

Выполним патентные исследования по конструкциям плугов для гладкой пахоты.

1.2.1 Оборотный плуг по АС №1036258, кл. А 01 В 3/30, 1982г.

содержит основную раму и связанную с ней посредством вертикального шарнира и гидроцилиндра поворотную несущую раму, на которой с помощью вертикальных осей и втулок закреплены стойки 7 плужных корпусов. Рабочая поверхность корпуса состоит из двух частей. На каждой стойке посредством горизонтальных шарниров установлена одна часть рабочей поверхности

пугужного корпуса, которая выполнена в виде соединенных между собой носками лемехов и увороченного отвала. За лемехами на несущей раме посредством вертикальных осей установлена вторая часть рабочей поверхности пугужного корпуса, выполнена в виде ротационного рабочего органа. Ротационный рабочий орган имеет реверсивный двигатель. Ось вращения ротационного рабочего органа связана тягой с вертикальной осью. Каждый ротационный рабочий орган может быть выполнен с наклонными ножами и подрезающим ножом. Вертикальные оси поворота стоек пугужных корпусов через зубчато – реечный механизм связаны с гидроцилиндром. Горизонтальная ось поворота шарниров кинематически связана через кривошипно – шатунный механизм, ползун и ролик, размещенный в пазу со стойкой.

Подрезающие ножи ротационных рабочих органов имеют подъемные лопатки радиально расположенные относительно их оси вращения. Подъемные лопатки соединены с подрезающим ножом посредством шарниров, оси которых расположены вдоль рабочей поверхности ножа и радиально относительно оси вращения рабочего органа. Подъемные лопатки имеют расположенные с торцевых сторон клиновые упоры, предназначенные для взаимодействия с рабочей поверхностью подрезающего ножа. Вертикальные оси поворота ротационных рабочих органов кинематически связаны с вертикальными осями стоек. Подъемные лопатки имеют соединенные с ними ограничители в пазах втулок шарниров для обеспечения быстросъемности лопаток. При движении пуга в прямом направлении поворотная несущая рама установлена в положение П, а параллельно направлению движения. При рабочем пуге лемех отрезает пласт почвы и направляет на ротационный рабочий орган. Если подъемная лопатка направлена против вращения ротационного рабочего органа, то почва, подрезаемая. Подъемные лопатки, воздействуя на нижние слои почвы, сообщают им вертикальное движение и совместно с наклонными ножами осуществляют крошение, перемешивание слоев и оборот пласта в заданном режиме вспашки. За счет сложного движения почва хорошо крошится, перемешивается с полной заделкой растительных остатков.

Поверхность поля после вспашки обратным плугом получается ровной. Перед началом движения рама посредством гидроцилиндра переводится в положение Л при этом зубчатая рейка, находясь в зацеплении с неподвижной шестерней основной рамы, перемещается вперед относительно поворотной несущей рамы. При движении рейка, вращая шестерню, закрепленную на оси, поворачивает стойку относительно рамы. Вместе с этим ролик, перемещаясь в пазу, влечет за собой ползун, который в нижней части посредством кривошипно – шатунного механизма, связанного с осью шарнира, поворачивает плужный корпус в левое положение. Фиксация плужных корпусов в обоих направлениях производится ограничителями. Одновременно через кинематическую связь между осями осуществляется перевод ротационных рабочих органов в левостороннее рабочее положение. Движение почвенного пласта в обратном направлении происходит аналогично. В этом случае пласт оборачивается влево и производится реверсирование рабочего органа.

Таким образом обратный плуг обеспечивает интенсивное взаимодействие рабочих органов с почвой, что повышает эффективность обработки почвы, при этом качество не зависит от направления оборота пласта почвы плужными корпусами при переводе их в соответствующий режим вспашки. По мнению авторов плуг сокращает сроки выполнения работ в соответствии с требованиями энергосберегающих технологий, при этом повышается производительность труда.

1.2.2 Плуг по АС №1079158, кл. А 01 В 3/36, 1979г. Рабочие органы присоединены к раме с помощью горизонтально расположенных параллелограммов. Средние параллелограммы соединены между собой механизмом привода, продольные звенья параллелограммов рабочих органов соединены между собой шарнирными тягами. Для изменения ширины захвата плуга укорачивают или удлиняют винт механизма привода, при этом продольные звенья средних параллелограммов поворачиваются, рабочие органы смещаются параллельно самим себе, расстояния между ними изменяются. Крайние параллелограммы через тяги поворачиваются на тот же угол, смещая уста-

новленные на них рабочие органы на то же расстояние, на которое смещены средние рабочие органы. Достигается это тем, что отношение длины продольных звеньев средних параллелограммов к длине продольных звеньев крайних параллелограммов кратно порядковому номеру параллелограмма и находится в соотношении чисел натурального ряда.

Цель изобретения – повышение производительности и снижение расхода горючего.

Плуг состоит из рамы в виде несущего бруса с опорными колесами и присоединенным устройством. На раме установлены с помощью граблей работающие органы. Грабли выполнены в виде горизонтально расположенных параллелограммных механизмов. Передним поперечным звеном параллелограмма служит несущий брус рамы, продольные звенья параллелограмма имеют длину, увеличивающуюся от средних параллелограммов к крайним. Увеличение длины продольных звеньев кратно порядковому номеру параллелограмма, начиная от средних, отношение длины продольных звеньев параллелограммов к длине продольных звеньев смежных параллелограммов находится в соотношении чисел натурального ряда. Продольные звенья средних и последующих параллелограммов соединены между собой шарнирными тягами. Плуг работает следующим образом. При движении плуга по полю рабочие органы отделяют пласт, обрачивая его, крошат и улаживают его в собственную борозду. В случае изменения тягового сопротивления производят увеличение или уменьшение ширины захвата. Для этого вращением винта механизма привода вправо или влево отклоняют от номинального продольные звенья средних параллелограммов, при этом весь грабель с рабочими органами смещается параллельно самому себе, а расстояние между рабочими органами увеличивается или уменьшается. Параллелограммы крайних рабочих органов смещаются на ту же величину, что и параллелограммы средних за счет того, что отношение длины продольных звеньев средних параллелограммов к длине продольных звеньев крайних параллелограммов находится в соотношении чисел натурального ряда.

Применение предлагаемого плуга позволяет сократить время на пере-
наладку на различную ширину захвата, что повышает производительность и
снижает расход горючего.

1.2.3 Плуг по АС №1308210, кл. А 01 В 3/42, 1975г. состоит из пово-
ротной в горизонтальной плоскости рамы, на которой через вертикальные
оси установлены стойки с корпусами. Вертикальные оси кинематически свя-
заны через рычажную систему с гидроцилиндром поворота, установленным
на раме. Каждый корпус выполнен в виде расположенных под углом друг к
другу и соединенных между собой носками лемехов. Каждый корпус соеди-
нен со стойкой через горизонтальный шарнир, который посредством криво-
шипно – ползунного механизма кинематически замкнут через ролик с криво-
линейкой, например винтовой направляющей, которая выполнена, например,
в пластине, жестко соединенной с рамой. На задней стороне каждого корпуса
размещены ограничители поворота. Каждый корпус имеет механизм двусто-
ронней фиксации его в рабочем положении, который выполнен в виде уста-
новленных с боковых сторон стойки правого и левого двуплечик подпружи-
ненных рычагов. Одно плечо каждого рычага через толкатель кинематически
связанный с кривошипно – ползунным механизмом, а другое плечо при по-
вороте рычага входит в паз упора, которой размещен с каждой боковой сто-
роны стойки. С боковой стороны каждой стойки выполнены открытые пазы,
обращенные к пазам упоров. Плечо каждого рычага фиксирует в заданном
положении один из ограничителей, который при повороте корпуса в соответ-
ствии с направлением оборота пласта почвы входит в паз стойки. Возврат
рычагов в исходное положение обеспечивается пружинами. С задней сторо-
ны каждого корпуса установлены роторы, имеющие, например, привод их
вращения, который выполнен в виде реверсивного гидродвигателя. Рама плу-
га, например выполнена в виде шарнирного четырехзвенника. На параллель-
но расположенных звеньях четырехзвенника размещены элементы навески,
предназначенные для присоединения рамы к одному тяговому средству в со-
ответствии с заданным направлением движения. На одном из диагональных

брусьев шарнирного четырехзвенника размещены корпуса и роторы, а другое диагональное звено через рычажные системы и гидроцилиндры управления связано со звеньями, что обеспечивает поворот шарнирного четырехзвенника рамы в горизонтальной плоскости в соответствии с заданными направлениями движения и оборота пласта почвы.

Механизм двусторонней фиксации закрыты от попадания на них почвы и растительных остатков крышками. Обратный путь работает следующим образом. При движении агрегата вперед рама плуга с помощью гидроцилиндров переводится в положение Б. При этом одновременно корпуса с помощью гидроцилиндра переводятся в правооборачивающее положение Б. Под действием усилия гидроцилиндра через рычажную систему каждая стойка совершает поворот на заранее установленный угол. При этом ролик перемещается по криволинейной, например винтовой направляющей. Связанной с роликом кривошипно – ползунный механизм передает усилие на поворот корпуса через шарнир. В результате происходит поворот стойки и поворот корпуса вокруг своих осей по направлению хода часовой стрелки. Расположенный неподвижно на кривошипно – ползунном механизме толкатель, не доходя 4-6 мм до нижнего крайнего положения встречается с плечом левого рычага и воздействует на него. При этом другой конец рычага вследствие различных плеч описывает дугу 20-25 мм. Этого пути достаточно для того, чтобы один из ограничителей поворота, который при повороте корпуса вошел в паз стойки, был зафиксирован плечом рычага.

При движении агрегата назад рама плуга с помощью гидроцилиндров переводится в положение В. При этом одновременно обратные корпуса гидроцилиндром переводятся в левооборачивающее положение В. Стойка поворачивается вокруг вертикальной оси в направлении против хода часовой стрелки. Ролик двигаясь по винтовой направляющей вверх, перемещает за собой кривошипно – ползунный механизм с толкателем и освобождает левый рычаг, который под действием пружины возвращается в исходное положение, давая возможность корпусу поворачиваться. Не доходя 4-6 мм до верхне-

го крайнего положения, толкатель воздействует на плечо правого рычага и происходит их совместное движение, в результате которого другое рычага запирает ограничитель в пазу стойки. Корпус фиксируется в левооборачивающем положении.

Использование в обратном пути автоматически действующего механизма двусторонней фиксации корпусов позволит значительно повысить надежность работы оборотных пассивных корпусов, так как действующее со стороны почвы на лемехи корпуса реактивные силы R не вызывают смещения корпуса горизонтальной оси. В результате также снижаются затраты времени на устранение возникших неисправностей, повышается производительность пахотного агрегата и коэффициент использования времени смены.

1.2.4 Плуг по АС №1038356, кл А 01 В 3/21, 1987г., включающий раму и по крайней мере два закрепленных на ней плужных корпуса, каждый из которых имеет лемех в виде клина и лево- и правооборачивающие отвалы, отличающиеся тем, что, с целью повышения качества вспашки, каждый плужный корпус снабжен установленной между лево- и правооборачивающими отвалами вертикально расположенной пластиной, причем один из отвалов каждого плужного корпуса выполнен как левооборачивающий отвал.

Общим недостатком известных плугов является то, что после их прохода остается развальная борозда и, кроме того, при вспашке узких полос или гребней в одном направлении на левую сторону плуга будет создаваться боковое давление, т.е. большие габариты силы будут действовать на трактор во время вспашки поля.

Цель изобретения – повышение качества вспашки.

Указанная модель достигается тем, что каждый плужный корпус снабжен установленной между лево- и правооборачивающими отвалами вертикально расположенной пластиной, причем один из отвалов каждого плужного корпуса выполнен как левооборачивающий отвал.

Плуг состоит из рамы, на которой посредством трапцевой закреплены плужные корпуса.

Каждый грядиль подпружинен пружиной относительно рамы. На раме перед каждым плужным корпусом установлен дисковый нож. Каждый плужный корпус имеет горизонтально установленный лемех в виде клина, левооборачивающие и правоборачивающие отвалы. Между отвалами установлена вертикально расположенная пластина. Для направления перевортываемого пласта почвы в борозде пластина может иметь шарнирно соединенное с ней крыло – удлинитель. Правоборачивающий отвал выполнен обычного типа. Грядиль установлен на раме с возможностью продольного перемещения вдоль нее, что позволяет изменять расстояние между плужными корпусами.

Плуг работает следующим образом. При движении плуга дисковые ножи разрезают в вертикальной плоскости почву перед лемехами плужных корпусов. Лемех каждого плужного корпуса подрезает в горизонтальной плоскости пласт почвы. Таким образом, на отвалы поступает по узкой полоске пласта почвы, подрезанного в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Эти узкие полоски пласта почвы поднимаются по отвалам. Часть пласта почвы, поднимаясь по левооборачивающему отвалу, перемещается по нему и оборачивается.

Одновременно часть пласта почвы поступает на левооборачивающий отвал и за счет его выполнения, будет поддерживать движение пласта для оборота, кроме того, будет смещать кромку пласта, обращенную в сторону необработанной почвы по направлению к смежному плужному корпусу, и поступающий на отвал пласт почвы переворачивается на месте, т.е. находится во вспаханной борозде.

Использование изобретения позволит повысить качество обработки почвы, что приведет к повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

1.25 **Оборотный плуг по АС №1526458, кл. А 01 В 3/78, 1989** с регулирующим и регулирующим механизмами, установленной на максимальную ширину захвата, вид сверху. Этот плуг является наиболее близким по

технической сущности к предлагаемому, поэтому его принимаем за прототип.

Реверсирующий механизм для оборотных путей, содержащий попарно закрепленные на раме и на параллельном ей брусе право- и левосторонние путужные корпуса, предназначенную для подвески к трактору реверсирующую головку, к которой посредством поворотного вала присоединен передний конец рамы путута, реверсирующий гидроцилиндр, поршневая и штоковая полости которого подсоединены к отдельным трубопроводам со внутренними в них запорными клапанами, открывающимися в сторону реверсирующего гидроцилиндра, отличающийся тем, что с целью повышения надежности работы при реверсировании путем обеспечения возможности перевода путута в положение минимальной ширины захвата с дальнейшим возвращением его в первоначальное положение, он снабжен регулирующим гидроцилиндром, поршневая полость которого оснащена дополнительным поршнем с образованием камеры изменяющегося объема между поршнями, при этом полость между задней головкой регулирующего гидроцилиндра и дополнительным поршнем соединена как с трубопроводом, связанным с полостью у одного конца реверсирующего гидроцилиндра, так и с емкостью для масла трактора через первый регулирующей направление клапан с ручным управлением, причем камера между поршнями регулирующего гидроцилиндра связана с емкостью для масла трактора осевым каналом, выполненным в штоке, и трубопроводом, на котором установлен регулирующий запорный клапан, открывающийся в сторону регулирующего гидроцилиндра, и второй регулирующей направление клапан с ручным управлением, а штоковая полость регулирующего гидроцилиндра соединена через регулирующие запорные клапаны, открывающиеся в сторону регулирующего гидроцилиндра, как с трубопроводом, связанным с полостью у другого конца реверсирующего гидроцилиндра, так и с емкостью для масла трактора.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Предлагаемая технология возделывания кукурузы на зерно

В предлагаемом способе возделывания кукурузы на зерно, включающем лущение, вспашку, предпосевную культивацию на глубину заделки семян, посев семян, довскодовые культивации с боронованием и последующий уход за посевами путем повскодовой и междурядных обработок почвы, в котором при посеве между двумя смежными проходами посевного агрегата выполняют технологическую дорогу шириной, кратной ширине междурядий, при этом засевают один рядок маркерной культуры, например рапса озимого.

В данном способе уборки кукурузы на зерно, включающем механическое воздействие на стебли в период влажности зерна в початках 38...45%, подсушивание початков на корню и уборку на зерно кукурузоуборочной машиной в период влажности зерна не более 16%, в котором механическое воздействие на стебли осуществляют ярусно и выше воздушных корней на высоте 0,2...0,4 м путем подрезания части эпидермиса, кольца механической ткани, паренхимы и сосудисто-волокнистых пучков.

Устройство для механического воздействия на стебли кукурузы имеет раму, кронштейны навески, опорное колесо с винтовым механизмом, откидные опоры и аппараты для механического воздействия на стебли, по количеству равные числу обрабатываемых рядков, каждый из которых выполнен в виде крайнего и среднего или двух средних блоков с ярусно и попарно установленными с возможностью взаимного сближения и свободно вращающимися дисковыми ножами на подпружиненных и поворотных балках, смонтированных на вертикальных осях рамы, причем конвергентные кромки дисковых ножей смежных блоков взаимно вертикально смещены на осях вращения; средний блок с ярусно и попарно установленными дисковыми ножами образован парой кронштейнов на нижней части штанги и вертикально установленных осей с парой разнонаправленных поворотных балок, на удален-

ных концах которых смонтированы оси вращения дисковых ножей, при этом верхний кронштейн штанги и каждая поворотная балка дополнительно связаны упругими элементами, например цилиндрическими пружинами растяжения и механизмами ограничения поворота разнонаправленных балок; механизм ограничения поворота балки выполнен в виде резьбового штока, размещенного в С-образном кронштейне на поверхности верхнего кронштейна штанги, а конец резьбового штока сопряжен с упором, смонтированным на поворотной балке; крайний блок с ярусно и попарно установленными дисковыми ножами образован парой кронштейнов на нижней части штанги и вертикально установленной оси с поворотной балкой, на удаленном конце которого смонтирована ось вращения дисковых ножей, при этом верхний кронштейн штанги и поворотная балка дополнительно связана упругим элементом и механизмом ограничения поворота балки; дисковые ножи на оси вращения смонтированы с возможностью взаимного смещения, каждая ось вращения дисковых ножей смонтирована на удаленном конце поворотной балки посредством подшипников скольжения, установленных во втулке балки, при этом ось вращения снабжена механизмом регулировки вертикального смещения оси относительно втулки балки; передний конец каждой поворотной балки снабжен втулкой с подшипниками скольжения, сопряженными с неподвижной вертикальной осью кронштейнов на нижней части штанги; рама снабжена поперечным бруском и вертикальными штангами, верхние концы которых сопряжены с поперечным бруском, а на нижних концах штанг размещены блоки с ярусно и попарно установленными дисковыми ножами, при этом штанги взаимно смещены на расстояние, равное ширине междурядий, а средние штанги взаимно соединены парой горизонтальных балок с размещенными на них кронштейнами навески; поперечный брус, штанги и балки выполнены из одностипных полых или квадратного сечения профилей, или круглого сечения, или их сочетаний; каждый кронштейн навески выполнен в виде oppositно установленных на горизонтальных балках рамы С-образных скоб, в скобных осях которых размещены быстросъемные пальцы, крон-

штейны на горизонтальных балках рамы размещены на вершинах равнобедренного треугольника; опорное колесо с винтовым механизмом размещено на середине нижней горизонтальной балки рамы; опорное колесо снабжено H-образной вилкой, один конец которой осью соединен со ступицей колеса, а другой - посредством оси со втулкой кронштейна резьбовой гайки винтового механизма, при этом ответная часть винтового механизма размещена на плите H-образной вилки и с ней соединена шарниром, установленным в кронштейнах плиты; каждая опора, снабженная возможностью перевода в рабочее и транспортное положения, размещена в створе крайней штанги рамы, имеет лыжу на наклонной штанге, при этом наклонная штанга соединена шарниром с парой Y-образных кронштейнов и зафиксирована пальцем в одном из положений. За счет того, что стебли кукурузы в период влажности зерна в початках 38-45% подвергаются механическому воздействию – подрезанию части эпидермиса, кольца механической ткани, паренхимы и сосудисто-волокнистых пучков, достигается снижение потерь урожая зерна кукурузы, сохранение семенных качеств зерна кукурузы, повышение производительности кукурузоуборочных машин.

2.2 Составление технологической карты на производство кукурузы на зерно по энергосберегающей технологии

Исходными данными является – перечень с/х культур для составления технологических карт на выращивание и сбор, качественный состав МТП; плановые технологии выращивания с/х культур; данные о техническом состоянии техники.

Технологическая карта разрабатывается на каждую культуру отдельно, на всю площадь посева. Площадь посева с/х культуры предоставляется в соответствии с исходными данными.

Урожайность продукции принимается с учетом прогрессивной технологии выращивания и уборки и берется из перспективных планов развития хозяйства.

Нормы внесения органических, минеральных и жидких удобрений в целом и в том числе под основную обработку, при посеве и уходе за растениями, должны выбираться под запланированный урожай с учетом наличия в почве питательных веществ. [9]. Нормы высева принимаются для зоны Лесостепи.

Расстояние перевозки семян, удобрений, основной и побочной продукции принимается в соответствии с планом землепользования предприятия.

В перечень с/х работ (графа 2) технологической нормы следует включить все операции, которые необходимо использовать для получения конечной продукции. Сюда также включаются транснаормы, погрузочно-разгрузочные работы и работы предыдущего года, начиная с обработки поля после уборки предшественника и кончая уборкой и заготовкой основной и побочной продукции.

В графе 3 проставляются основные агротехнические требования (глубина обработки, нормы внесения удобрений, гербицидов и другие).

Объем работ (графа 4) посевной площадью, кратностью обработки, для транспортных и погрузочных работ валовым выходом основной или побочной продукции, количеством перевозимых грузов и расстоянием перевозок [9]:

$$Q_{\Pi} = k \cdot F \quad (2.1)$$

$$Q_{Н} = q \cdot F \quad (2.2)$$

$$Q_{Т} = Q_{Н} \cdot S \quad (2.3)$$

где Q_{Π} , $Q_{Н}$, $Q_{Т}$ – соответственно объем полевых работ в га, погрузочных работ в т, транспортных работ в т. км,

k – кратность обработки ($k = 1, 2, 3$),

F – посевная площадь, га,

q – норма высева (внесения удобрений);

S – расстояние перевозок, км.

$$Q_{II} = 2 \cdot 540 = 1080 \text{ га}.$$

Календарные агротехнические сроки выполнения с/х работ (графа 5) проставляются в соответствии с типовыми картами для зоны размещения соответствующего хозяйства.

Количество рабочих дней (графа 6) за агротехнический срок определяются по формуле:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \quad (2.4)$$

где D_p, D_k – соответственно, количество рабочих и календарных дней за агротехнический срок;

α – коэффициент использования календарного времени.

В графе 7 указывается продолжительность рабочего дня в часах. Целесообразно планировать работу агрегатов на протяжении светового дня.

Количество смен за рабочий день (графа 8) вычисляется по формуле:

$$K_{см} = \frac{T_d}{T_{см}}, \quad (2.5)$$

где $K_{см}$ – коэффициент сменности;

T_d – продолжительность рабочего дня, ч;

$T_{см}$ – продолжительность смены, час.

$$K_{см} = \frac{14}{7} = 2.$$

$T_{см} = 7$ ч, $T_{см} = 6$ ч - при выполнении работ, вредных для здоровья. В графах 9, 10, 11 и 12 заносятся марки машин, входящих в агрегат и их количество. При этом необходимо использовать парк машин, что рекомендовано для данной зоны системой машин, имеющих самую высокую производительность, наименьшую норму расхода топлива и наименьшие прямые эксплуатационные расходы.

Количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих машинный агрегат определяется из технических характеристик и заносится в графы 13 и 14.

В графы 15, 17 заносится соответственно, сменную норму выработки и норму расхода топлива, принятых в хозяйстве, или взятых из типовых норм [9].

Выработка агрегата за агротехнический срок (графа 16) определяется по формуле:

$$W_{agr} = W_{см} \cdot D_p \cdot k_{см}, \quad (2.6)$$

где W – норма выработки агрегата за срок, га/см, (н/см, т·км/см).

$$W_{agr} = 528 \cdot 4 \cdot 2 = 4224 \text{ га/см}.$$

Потребность машинных агрегатов для выполнения данного объема работ определяются по формуле (графа 18, 19, 20).

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot k_{см} \cdot W}, \quad (2.7)$$

где Q – объем работ, га (т, т·км);

$k_{см}$ – коэффициент сменности;

D_p – количество рабочих дней;

W – часовая производительность агрегата, га/ч (т/ч, т·км/ч).

$$n_a = \frac{540}{4 \cdot 2 \cdot 528} = 1.$$

Потребность механизаторов и вспомогательных рабочих (графа 21, 22) определяется умножением граф 13, 14 на количество агрегатов (графа 12).

Потребность в топливе определяется по формуле (графа 23)

$$G_f = q \cdot Q, \quad (2.8)$$

где Q – общий расход топлива, кг;

q – нормы расхода топлива, кг/га ($2,5 \cdot 2 = 5$ кг)

$$G_f = 5 \cdot 540 = 2700 \text{ кг}.$$

Затраты труда на единицу работы (графа 24) определяется по формуле:

$$h = \frac{(m_c + m_d)}{W_{cm}} T_{cm}, \quad (2.9)$$

где h – затраты труда на единицу работы, ч/га;

m_c, m_d – соответственно количество механизаторов и вспомогательных работников;

T_{cm} – продолжительность времени смены, ч;

W_{cm} – сменные нормы выработки, га/с.м.

$$h = \frac{(1+0)}{52,8} \cdot 7 = 0,13 \text{ год} / \text{га}$$

Затраты труда на весь объем работ (графа 25) определяется по формуле:

$$H_f = h \cdot Q \cdot k_{зм}. \quad (2.10)$$

$$H_f = 0,13 \cdot 540 \cdot 2 = 140,4 \text{ год}.$$

Прямые эксплуатационные затраты на единицу работы (графа 25) берутся из справочной литературы.

Количество часов работы тракторов (графа 27, 28, 29 и 30) определяются по формуле:

$$T_f = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}}. \quad (2.11)$$

$$T_f = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} = 143 \text{ год}.$$

Коэффициент перевода в условные эталонные тракторы выбирается из справочной литературы [13] и заносится в графу 30.

Объем работ в условных эталонных гектарах (графа 31) подсчитывается по выражению:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{зм}}{W_{зм}} \lambda_{зм} \quad (2.12)$$

где $\lambda_{зм}$ – коэффициент перевода в условные эталонные тракторы.

$$\Omega = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} \cdot 1,65 = 235,9 \text{ усл.эт.га}.$$

В графе 32 проставляется общая сумма прямых эксплуатационных расходов. В нижней части технологической нормы проставляется общее количество топлива, затраты труда, количество часов, объем работ в условных эталонных гектарах эксплуатационные расходы.

Общие прямые эксплуатационные расходы (графа 33) определяются по формуле:

$$S_{\text{эксп}} = S_{\text{пр}} \cdot \Omega \quad (2.13)$$

$$S_{\text{эксп}} = 54,76 \cdot 235,9 = 12917,88 \text{ руб.}$$

В нижней части технологической карты проставляем суммарные значения количества топлива, затрат труда, количества часов по маркам тракторов, объема работ в условных эталонных гектарах, прямых эксплуатационных расходов. Пример технологической карты приведен см. лист 1 графической части, или приложение пояснительной записки.

2.3 Построение траектории поворота агрегата

Машинно – тракторные агрегаты обычно очень промоздки и при их поворотах рабочие органы машин и другие элементы конструкции движутся по сложным траекториям. При транспортных переездах из – за этого трудно объезжать препятствия, на рабочем ходу возникают огрехи и другие потери качества работы, возможны поломки карданных передач, колес и других деталей, особенно на составных многомашинных прицепных агрегатах.

При построении и анализе траекторий поворота принимается, что движение колес должно происходить без бокового скольжения. В этом случае плоскость колеса всегда располагается по касательной к траектории, а ее мгновенный центр находится на продолжении проекции оси, т.е. на перпендикуляре к плоскости колеса, восстановленной из его центра. Так же располагаются и проекции продольных осей машин.

В агрегате различают ведущую и ведомую части. Ведущей является самоходная машина или трактор, ведомой – прицепные или полтунавесные ма-

шины, связанные с ведущей частью шарнирно. Навесные машины, связаны с трактором жестко и составляют с ним на повороте единое целое. У ведущей части выделяют центр агрегата, определяющий его движение. Это точка, лежащая на пересечении продольной оси горизонтальной проекции трактора с направлением мгновенного радиуса – вектора поворота. У колесных машин радиус – вектор расположен вдоль оси ведущих колес.

Построение траектории поворота агрегата начинается с вычерчивания траектории движения центра агрегата. Затем определяются траектории остальных характерных точек, которыми являются рабочие органы навесного орудия.

Направляющие колеса постепенно поворачиваются относительно рамы рулевым механизмом. На них возникает боковое давление, заставляющее машину менять свое направление. По мере поворота колес радиус траектории сначала уменьшается, а затем (при обратном вращении штурвала) – увеличивается.

Для колесной машины в любом мгновенном i - м положении направляющих колес можно по рисунку 2.1 найти величину мгновенного радиуса ρ_i и мгновенного положения центра поворота O_i .

$$\rho_i = L \cdot \operatorname{ctg} \alpha_i + b \quad (2.14)$$

Так как положение колес α_i меняется постепенно, то предварительно рассчитываются все значения ρ_i за время $T = 6\text{с}$ поворота колес от $\alpha = 0$ до $\alpha = \alpha_{\text{ж}} = 35^\circ$ – для последовательных равноотстоящих интервалов времени t_i . При этом считается, что скорость поступательного движения машины $V_{\text{ж}} = 8 \text{ км/ч}$ постоянна и за равные интервалы времени она проходит одинаковый путь S .

Естественно, что ρ_0 стремится к бесконечности и $\rho_i = L \cdot \operatorname{ctg} \alpha_i$. Для определений промежуточных значений ρ_i найдем скорость поворота направляющих колес $\dot{\alpha}_{\text{ж}}/T$ и разобьем время их поворота на $n = 5 \dots 8$ интервалов времени $\Delta t = \dot{\alpha}_{\text{ж}}/n$.

Тогда

$$\Delta\alpha = \alpha_n/n. \quad (2.15)$$

Момент времени начала каждого интервала соответственно будет

$$t_0 = 0, t_1 = \Delta t, t_2 = 2\Delta t, \dots, t_n = n\Delta t.$$

За интервал времени Δt колеса поворачиваются на угол $\Delta\alpha$, а мгновенный радиус кривизны траектории изменяется от ρ_{i+1} до ρ_i , а машина продвигается на длину дуги $S = V_{\text{ж}} \Delta t$. Все результаты вычислений сведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты вычислений

t, с	α , град	ρ , мм	S, мм
1	5,8	37080	2190
2	11,6	18780	4380
3	17,4	12615	6600
4	23,2	9480	8805
5	29	7560	10995
6	35	6195	13200

При повороте самоходной машины водитель, сообразуясь с дорожными условиями, скоростью движения и крутизной поворота, сначала вращает штурвал с некоторой скоростью в сторону поворота, затем, после кратковременной задержки, вращает его обратно. Соответственно направляющие колеса поворачиваются из положения $\alpha = 0$ в $\alpha = \alpha_{\text{ж}}$, затем сохраняют несколько мгновений значение $\alpha_{\text{ж}}$ и возвращаются в положение $\alpha = 0$.

Будем считать, что обратный поворот колес происходит с той же скоростью, что и первоначальный. Тогда траектория агрегата окажется симметричной относительно биссектрисы угла β , т.е. полного заданного угла поворота агрегата. В средней части этой траектории будет участок с постоянной кривизной при $\rho_{\text{ж}}$. Этот участок имеет центральный угол

$$\gamma = \beta - 2 \frac{n-1}{n} \alpha_i = 90 - 2 \cdot 35^\circ \cdot (6-1)/6 = 31,6^\circ. \quad (2.16)$$

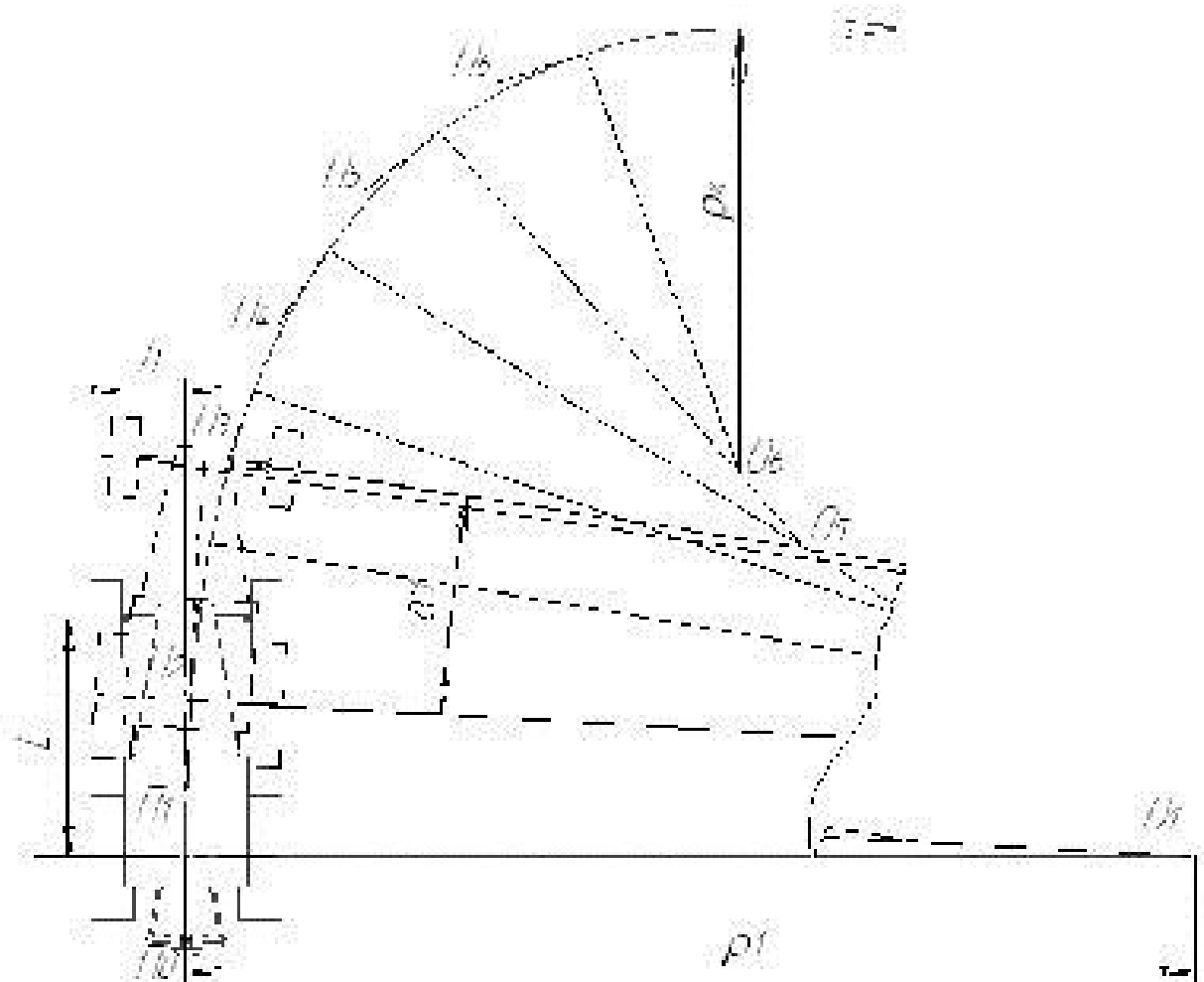


Рисунок 2.1 – Построение траектории поворота колесного трактора

После вычислений значений ρ_i и γ приступают к построению траектории, используя следующий прием:

- на направлении предыдущего радиус-вектора ρ_{m-1} из точки окончания соответствующего участка траектории $i = m-1$ откладывается последующее значение радиуса ρ_m , чем определяется новое мгновенное положение центра поворота O_m ;
- теперь из этого центра O_m от точки $m-1$ проводится дуга радиусом ρ_m и длиной S , чем и определяется положение новой точки траектории m и направление радиус-вектора ρ_m ;
- далее процесс повторяется до значения радиус-вектора ρ_n , которым проводится дуга сектора с центральным углом γ , а его биссектриса служит осью симметрии всей траектории поворота.

На рисунке 3.8 исходное положение т.А принято за нулевую точку траектории и перпендикуляр в ней к продольной оси трактора определяет направление радиус-вектора ρ_0 (O_0 лежит на этой линии в бесконечности). На этой прямой отложен отрезок ρ_1 и найден центр O_1 , из которого радиусом ρ_1 проведена дуга S и найдена точка 1. Отрезок 1- O_1 , - это направление радиус-вектора ρ_1 , на котором отложен отрезок ρ_2 и найден центр O_2 и т.д.

Биссектриса угла γ является одновременно и биссектрисой угла поворота β , относительно которой построена по точкам 1'-2'-3'-... или по шаблону вторая половина траектории.

Траектория точки прицепа В построена с помощью модели контура трактора, использованной в качестве шаблона.

2) Для построения траекторий каждого элементарного колесного хода прицепной машины в составе агрегата должна быть задана траектория ведущей точки дышла П, например прицепа трактора (рисунок 2.2). На этой траектории отмечаем ряд последовательных точек $P_1; P_2; P_3...$ расстояния между которыми невелики и произвольны. На участках с большей кривизной точки следует разместить ближе, а с меньшей - реже.

Закономерность перемещения дышла свободного шарнирно закрепленного тела из любого исходного положения, $P_1 C_1$ например, в новое - $P_2 C_2$ нам неизвестна. Однако можно рассмотреть два предельно возможных случая

а) сначала происходит поворот вокруг т. C_1 в направлении P_2 , а затем смещение вдоль дышла в т. P_2 , при этом C_1 переместится в новое положение ϵ'' ;

б) сначала происходит продольное смещение вдоль $C_1 P_1$, а затем поворот вокруг нового положения ϵ' .

Следовательно, возможны два новых положения т.С: ϵ' и ϵ'' , удаленных от т. P_2 на длину дышла ПС. За новое положение т.С принимается т. C_2 , лежащая в середине между т.т. ϵ' и ϵ'' .

Построение последующих положений т.С основано на изложенном. Т.т. c' и c'' расположены на одинаковом расстоянии от т.П₂, но на разных лучах $C_1П_1$ и $C_1П_2$.

Для построения каждого последующего положения т.С (например C_1) необходимо предыдущее C_2 соединить лучами с одноименным и новым положением т.В (с $П_1$ и $П_2$). Затем из нового положения $П_2$ провести дугу радиусом, равным длине дышла ПС. Получив две точки пересечения дуги с лучами, принимаем среднюю между ними точку на дуге C_3 за искомую точку траектории. Также поступаем и дальше (см. на рисунке 3.9 т.т. $C_4, C_5, \dots$). Полученная таким способом траектория влекомой точки называется трактрисой.

Для получения траекторий характерных точек прицепной машины в качестве шаблона используется модель ее горизонтальной проекции. Шаблон прикладывается к траекториям так, чтобы соответствующие т.т. П и С совпали с чертежом. При этом на чертеже последовательно отмечаются точками положения всех характерных элементов: колес, рабочих органов, карданов и т.п. Траектории этих элементов могут взаимно пересекаться. Поэтому, для удобства последующего анализа точки, определяющие положение различных элементов, лучше наносить разным цветом и указывать для каждой порядковый номер. Соединив одноцветные точки по порядку их номеров, находим соответствующие траектории.



Рисунок 2.2 – Построение траектории поворота пулуга

2.4 Расчет необходимой ширины поворотной полосы

Когда нет возможности выезда за пределы поля для поворота оставляют поворотную полосу шириной E_{min} .

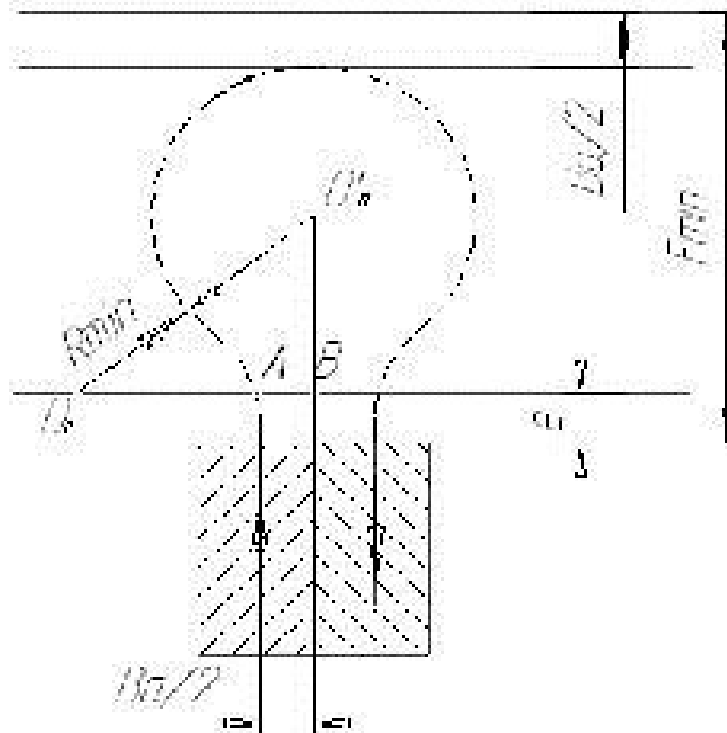


Рисунок 2.3 – Схема поворота агрегата

$$E_{min} = e + R_{min} + Ba/2 + O_n'B, \quad (2.17)$$

где R_{min} – минимальный радиус поворота трактора,

$$e \approx 0,5 \cdot l_a = 0,5 \cdot 11,870 = 5,9 \text{ м}$$

где l_a – кинематическая длина агрегата.

Из прямоугольного треугольника $O_nO'B$ (рисунок 2.3):

$$O_n'B = \sqrt{4R^2_{min} - (R_{min} + Ba)^2}; \quad (2.18)$$

При $R_{min} = 1,7 \cdot Ba$

$$O_n'B = \sqrt{4R^2_{min} - (R_{min} + Ba)^2} = \sqrt{\frac{7}{4} R^2_{min}} = 1,32 R_{min}; \quad (2.19)$$

$$E_{min} = e + R_{min} + R_{min}/2 \cdot 1,7 + 1,32 R_{min} = 2,62 R_{min} + e; \quad (2.20)$$

$$E_{min} = 2,62 \cdot 5,5 + e = 2,62 \cdot 5,5 + 5,9 = 20 \text{ м}.$$

Вычислим коэффициент рабочих ходов,

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{6 \cdot R_{\text{мин}} + 2 \cdot e}{L_p}}; \quad (2.21)$$

$$L_p = L - 2 \cdot E_{\text{мин}}; \quad (2.22)$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 20 = 940 \text{ м}$$

$$\varphi = \frac{1}{1 + \frac{6 \cdot 5,5 + 2 \cdot 5,9}{940}} = 0,95;$$

2.5 Расчет производительности агрегата

Производительность агрегата определяем на поле длиной гона – 1000 метров.

Теоретическую производительность агрегата вычислим по формуле:

$$W_{\text{сж.т.}} = B_{\text{аг}} \cdot V \cdot T_{\text{сж}} \cdot 10^{-1}, \quad (2.23)$$

где $B_{\text{аг}}$ – ширина захвата, м;

V – скорость движения агрегата, км/ч;

$T_{\text{сж}}$ – продолжительность смены, ч.

$$W_{\text{сж.т.}} = 2,1 \cdot 12 \cdot 7 \cdot 10^{-1} = 17,64 \text{ га/смена}$$

Фактическая производительность агрегата:

$$W_{\text{сж.ф.}} = W_{\text{сж.т.}} \cdot \xi_B \cdot \xi_V \cdot \tau \quad (2.24)$$

где ξ_B – коэффициент степени использования конструктивной ширины захвата агрегата, $\xi_B = 1$;

ξ_V – коэффициент степени использования скорости движения, $\xi_V = 1$;

τ – коэффициент степени использования времени смены, $\tau = 0,9$;

$$W_{\text{сж.ф.}} = 17,64 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 15,88 \text{ га/смена.}$$

$$W_{\text{ч}} = 2,27 \text{ га/ч.}$$

2.6 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

Создание здоровых и безопасных условий труда на производстве – важная задача любого предприятия. Благоприятные условия труда не только сохраняют здоровье работающих, но и обеспечивают высокую производительность их труда, предотвращают производственный травматизм.

В сельскохозяйственных предприятиях работы по охране труда организуются в соответствии с Положением об организации работы по охране труда на предприятиях и в организациях агропромышленного комплекса. Ответственность за организацию работ по охране труда возлагается решением правления на руководителя. Этим же решением назначаются ответственные за состояние охраны труда в отраслях производства – главные специалисты, во всех структурных подразделениях – их руководители. При отсутствии штатной должности специалиста по охране труда, обязанности специалиста могут возлагаться на заместителя главного инженера.

Должен соблюдаться режим труда и отдыха работников в соответствии с Трудовым Кодексом Российской Федерации [14]. Установлена нормальная продолжительность рабочего времени 40 часов в неделю. На работах с вредными условиями труда, для подростков в возрасте 16...18 лет вводится сокращенная продолжительность – 36 часов в неделю. Продолжительность ежегодных отпусков работников – 28 календарных дней. В напряженные периоды года применяется суммированный учет рабочего времени, так как продолжительность рабочей смены увеличивается до 12 часов.

Обучение работников по охране труда организуется в соответствии с Положением о профессиональной подготовке в области охраны труда. Проводятся все виды инструктажей: вводный, первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой. Проведение инструктажей фиксируется в двух журналах: журнале регистрации вводного инструктажа и в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте. Вводный инструктаж проводится со всеми поступающими на работу независимо от их стажа рабо-

ты, образования, должности, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на практику. Его проводит заместитель главного инженера. Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводят непосредственные руководители работ. Повторный инструктаж проводят не реже, чем через 3 месяца. Целевой инструктаж проводят с работниками, в основном, перед началом работ, на которые требуется наряд-допуск. Должен иметься кабинет по охране труда и несколько уголков по технике безопасности.

Здания должны располагаться с соблюдением санитарно-защитных зон и противопожарных разрывов. Подъезды ко всем производственным зданиям иметь асфальтобетонное покрытие. В производственных помещениях температура соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.005-88, а также в зимний период. На участках, где выделяются вредные газы, должна быть предусмотрена местная вентиляция. Освещение производственных помещений должна соответствовать требованиям СН и П 23-05-95.

На работах, связанных с вредными условиями труда, загрязнениями, а также проводимых в особых температурных условиях, работникам в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации выдается бесплатно спецодежда, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты.

В соответствии с приказом Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ в предприятиях должны проводиться предварительный и периодический медицинские осмотры работников.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Устройство и принцип работы предлагаемой конструкции

Основными узлами обратного плуга являются рама, состоящая из основной и поворотной рамы, колесо опорно – регулировочное, сцепка навесного устройства, механизм оборота, рабочие органы, корпус плужный, предплужник, нож дисковый.

Механизм оборота плуга содержит продольную раму, на которой установлены осевые и кулисная опоры. На них посредством оси шарнирно закрепляются поперечный брус и кулисы. Брус и кулисы связаны между собой с помощью двух гидроцилиндров, один из которых в левом положении поворотной рамы работает на выталкивание другой на втягивание и соответственно, наоборот в правом положении. Для того чтобы плуг оборачивался на кулисной и передней осевой стойках установлены упоры для кулис. При переводе из транспортного положения в правое рабочее положение цилиндр работающий на втягивание выводит поворотную раму из «верхней мертвой точки» и, закончив втягивание, продолжает вместе со своей парой кулис свободно поворачиваться вокруг оси. Другой гидроцилиндр, работающий на выталкивание, продолжает плавное опускание рамы за счет того, что его пара кулис ограничена в движении упорами. При реверсировании поворотной рамы в левое положение гидроцилиндр, который заканчивал опускание, начинает работать на втягивание и поворачивать раму в требуемое положение. Другой гидроцилиндр работает на выталкивание и, когда рама перейдет «верхнюю мертвую точку», продолжит опускание.

					<i>ВКР 35.03.06.19020.00.00.00 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Арсланов А.				<i>Механизм для возделывания проталинных культур с разработкой обратного плуга</i>	Лист	Листов
Провер.	Халиуллин Д.					1	24
Реценз.						<i>Казанский ГАУ</i>	
Н. Контр.	Халиуллин Д.						
Утв.	Халиуллин Д.						

Подготовка агрегата к работе

1. Внимательно осмотрите плуг, проверьте крепление рабочих органов, отсутствие течей в гидрошлангах и гидроцилиндрах, проверьте надежность крепления узлов, давление в шинах.

2. Плуг прицепляется за трактор на площадке автосцепкой в следующей последовательности:

- подать трактор задним ходом до совмещения конца сцепки трактора со сцепкой плуга;
- поднять навесное устройство трактора, застопорив сцепку трактора в сцепке плуга;
- соединить гидрошланги;
- перевести агрегат в транспортное положение.

3. Отсоединение плуга производится в следующей последовательности:

- перевести плуг в рабочее положение, т.е. опустить корпус в правое или в левое положение, до соприкосновения рабочих органов с поверхностью почвы;
- отсоединить гидрошланги;
- расстопорить сцепку трактора от сцепки плуга, опустив навесное устройство;

4. Обратный плуг агрегируется с тракторами класса 30 кН и 40кН (МТЗ – 1523, МТЗ – 2022, Т-150).

5. Категорически запрещается работать при течах в гидрошлангах и в гидроцилиндрах.

6. После окончания обкатки агрегата проводят техническое обслуживание и, в зависимости от времени года, ставят на хранение или запускают в эксплуатацию.

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

3.2 Конструктивный расчет

3.2.1 Определение опорных реакций и усилий в звеньях механизма навески

Особенностью полунавесного плуга является наличие заднего опорного колеса, которое при подъеме всегда остается на поверхности почвы и снабжено для поддержания заданной глубины отдельным гидроцилиндром.

При определении графическим методом искомых сил учтем, что механизм заднего колеса в заданном исходном положении жестко закреплен, а линия действия равнодействующей N параллельной силы N делит раму в соотношении 4/6 от начала. Сложение сил рекомендуется выполнять в следующем порядке (рисунок 3.1).

Наносим точку 1 приложения силы сопротивления

$$R = R_x + R_y, \quad (3.1)$$

при этом принимают,

$$R_x = K \cdot a \cdot b \quad (3.2)$$

$R_x = 0,7 \cdot 27 \cdot 2100 = 39690 \text{ Н}$ – горизонтальная реакция почвы.

$$R_y = 0,25 \cdot R_x \quad (3.3)$$

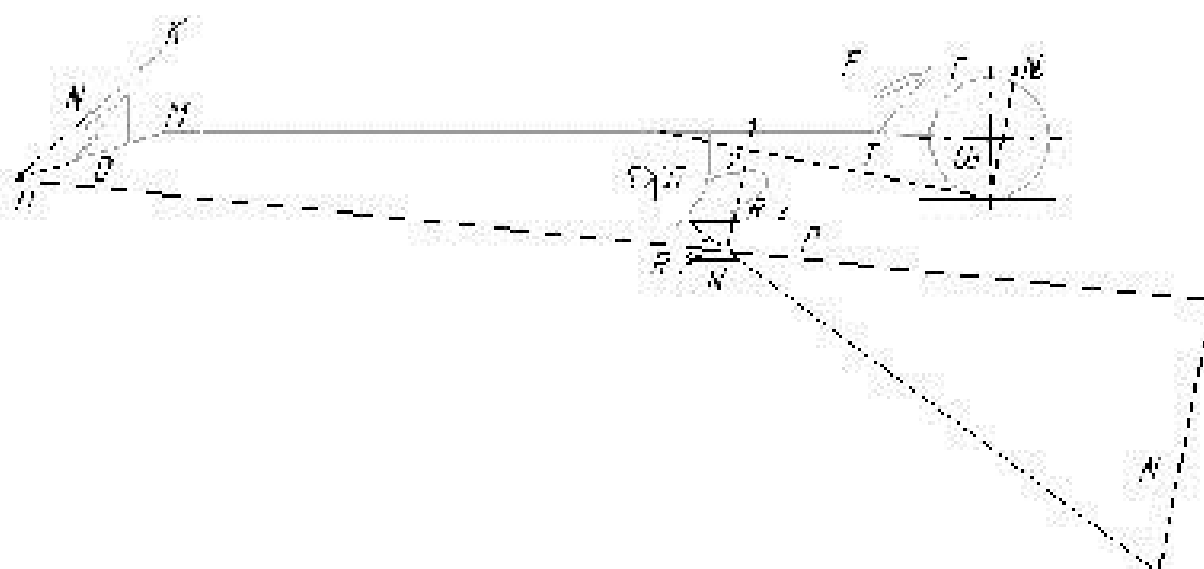


Рисунок 3.1 Схема определение усилий на опорах плуга и в тягах навески.

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат.		3

$R_{\perp} = 0,25 \cdot 39690 = 9922,5 \text{ Н}$ - вертикальная реакция почвы, приложенная к носку лемеха.

$$F_{\pi} = 1/6 \cdot R_{\perp} \quad (3.4)$$

$F_{\pi} = 1/6 \cdot 39690 = 6615 \text{ Н}$ - сила трения полевой доски,

где, K (Н/см^2) - удельное сопротивление плуга, a (см) - глубина вспашки, b (см) - ширина захвата плуга.

Опорные реакции колес наклонены под углом φ от вертикали в сторону обратную движению, причем $\text{tg } \varphi = 0,2$.

$R_{\perp}$ и $R_{\parallel}$ прикладываются к точке, расположенной на 5 см выше дна борозды и на 10 см правее носка лемеха.

На пересечении линий действия сил $R_{\perp}$ и $R_{\parallel}$ в точке 1 находим

$$R = R_{\perp} + R_{\parallel}$$

Определяем точку 2 приложения равнодействующей N параллельной силы N_1 .

На пересечении линии действия сил R и N находим точку 3, через которую проходит в направлении из мгновенного центра Π тяговое усилие $-P = R + N$.

Силовой многоугольник начинают строить с силы веса G , к вектору которой последовательно прикладываются остальные известные силы: $R_{\perp}$, $R_{\parallel}$, F_{π} . Проведя затем направления неизвестных сил $P_{\text{нав}}$ и N , находим точку их пересечения. Раскладывая найденные в результате построений силы $P_{\text{нав}}$ - по направлениям тяг навески, а N - в соответствии с найденным направлением, определяем в соответствии с масштабом величину опорной реакции N_1 и усилия в верхней $P_{\text{нав}}$ в двух нижних $2P_{\text{нав}}$ тягах навески трактора.



Рисунок 3.2 Силевой многоугольник в масштабе $K_r = 600 \text{ Н/мм}$.

$$N_1 = 25044 \text{ Н};$$

$$P_1 = 9399 \text{ Н};$$

$$2P_{\pi} = 17478 \text{ Н};$$

$$P = 9582 \text{ Н}.$$

3.2.2 Определение силы, приложенной к штоку гидроцилиндра навесной системы трактора

Задача решается графоаналитическим способом для четырех положений механизмов плуга: рабочего (исходного), при выплуглении переднего корпуса наполовину, при перемещении поршня гидроцилиндра на половину его хода, транспортного.

Все четыре положения можно совместить. По сравнению с предыдущей, схема дополняется механизмом ДБ, АЕ; С₁ (X₁, Y₁; АЕ; ЕС; ДС; ψ , τ).

При построении планов скоростей, за их полюс П принимается шарнир Д. Усилие в гидроцилиндре считается действующим вдоль штока (приложено к точке В) и преодолевающим только составляющие от вертикальных сил.

Принимаем, что механизм заднего колеса при подъеме плуга - заперт и его звенья жестко сохраняют исходное взаимное положение, а колесо постоянно опирается на поверхность поля, приближаясь к трактору по мере подъема плуга.

					ВКР 3503.06.19020.00.00.00.03	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		5

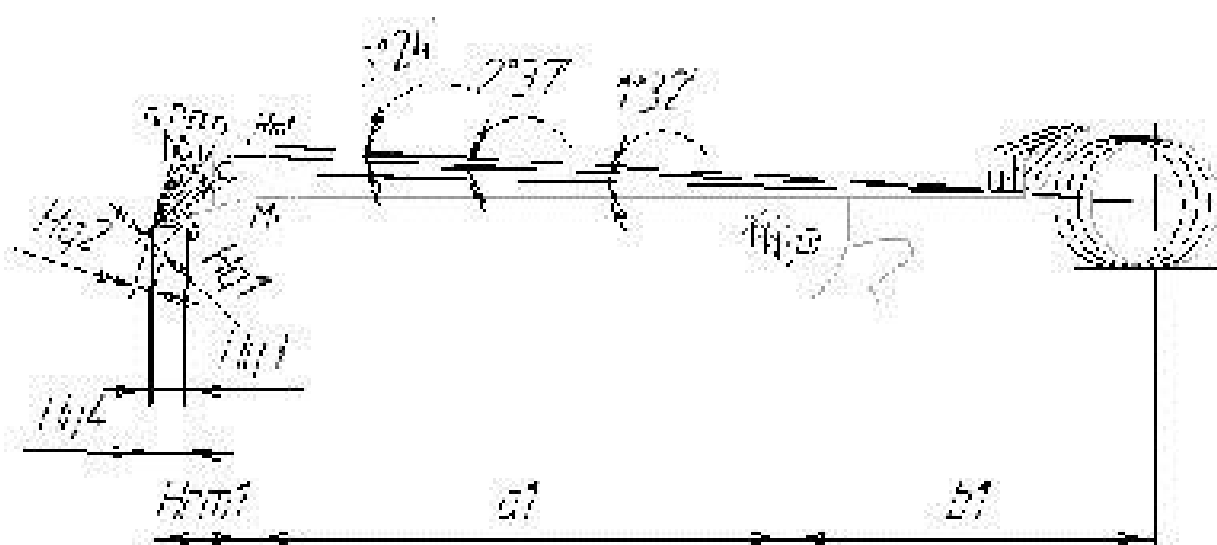


Рисунок 3.3 Схема определения усилия Q .

Построение промежуточных положений выполняют с помощью засечек, считая расстояние QM постоянным. Для этого намечают траекторию точки M при повороте звена DM механизма подъема относительно неподвижной точки D и отмечают ее положение, затем радиусом MO из точек M делают засечки на уровне центра заднего колеса.

Подъем плуга происходит при неподвижном тракторе, поэтому сопротивление почвы отсутствует $R_{\text{с}} = F_{\text{с}} = 0$. После начала подъема опорная реакция заднего колеса $N_{\text{с}} = R_{\text{с}}$ направлена вверх, частично уравновешивая вертикальные силы и снижая их нагрузку на точку M , преодолеваемую гидросистемой. Разложение вертикальных сил на $R_{\text{с}}$ и $R_{\text{с}}$ выполняются как для системы параллельных сил с равнодействующей $G_{\text{с}}$, приложенной в точке S . В начале подъема плуга преодолевается не только ее вес, но еще вес почвы, лежащей на корпусах и сила ее отрыва от дна борозды. $G_{\text{с}} = 2G = 48069 \text{ Н}$; $G_{\text{с}} = 1,5G = 36051,76 \text{ Н}$; $G_{\text{с}} = G_{\text{с}} = G = 24034,5 \text{ Н}$.

После построения планов скоростей к его вершинам s и m прикладываются соответствующие силы Q и $R_{\text{с}}$ и из условия равновесия жесткого рычага определяются значения усилия Q для каждого положения.

Составляем уравнения равновесия относительно точки опоры заднего колеса для четырех положений плуга.

$$R_{\text{зад}} \cdot (a + b) = 2 \cdot G \cdot b_1, \text{ откуда} \quad (3.5)$$

$$R_{\text{зад}} = 2 \cdot G \cdot b_1 / (a + b) = 2 \cdot 24034,5 \cdot 3,04 / (4,45 + 3,04) = 19509,9 \text{ Н.}$$

Аналогично получим для других положений:

$$R_{\text{зад}} = 1,5 \cdot 24034,5 \cdot 3,03 / (4,45 + 3,03) = 14603,8 \text{ Н;}$$

$$R_{\text{зад}} = 24034,5 \cdot 3,02 / (4,45 + 3,02) = 9716,7 \text{ Н;}$$

$$R_{\text{зад}} = 24034,5 \cdot 3,018 / (4,45 + 3,018) = 9712,9 \text{ Н.}$$

Теперь составим и решим уравнения относительно точки Д.

$$Q_1 \cdot H_{\text{Д}} = R_{\text{зад}} \cdot H_{\text{ДМ1}}, \text{ откуда} \quad (3.6)$$

$$Q_1 = R_{\text{зад}} \cdot H_{\text{ДМ1}} / H_{\text{Д}} = 19509,9 \cdot 0,805 / 0,168 = 93484,9 \text{ Н.}$$

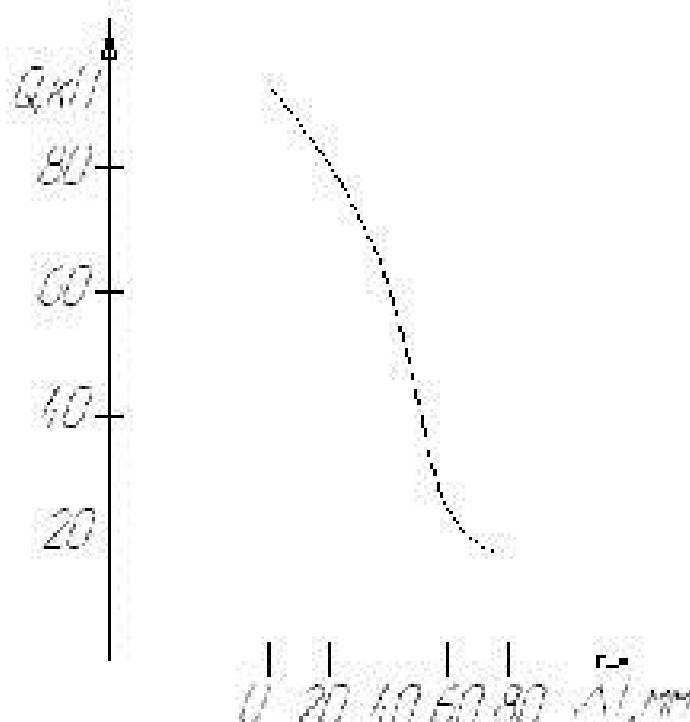
Аналогично получим для других положений:

$$Q_2 = 14603,8 \cdot 0,73 / 0,164 = 65004,7 \text{ Н;}$$

$$Q_3 = 9716,7 \cdot 0,63 / 0,259 = 23635,2 \text{ Н;}$$

$$Q_4 = 9712,9 \cdot 0,51 / 0,283 = 17503,8 \text{ Н.}$$

Подбираем два стандартных гидроцилиндра Ц – 90. По полученным данным строим график изменения усилия Q в зависимости от перемещения поршня



					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00 ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Рисунок 3.4 График изменения усилия Q в зависимости от перемещения поршня

3.2.3 Определение усилий в гидроцилиндре заднего колеса, возникающих при подъеме плута

Усилие в гидроцилиндре механизма заднего колеса действующая вдоль штока FF' , определяют графоаналитическим способом для четырех положений механизма, определяемых по перемещениям штока на величину $\Delta l_i = 1/3 \cdot (l_{max} + l_i)$, где $l_i = FF'$ определяется при построении исходного рабочего положения.

Все положения вычерчивают совмещенными. При этом считают, что механизм колеса работает независимо от механизма подъема навески. Построением определяют положение заднего колеса относительно неподвижной рамы FT . Поскольку расстояние между опорами M и Q , меняется незначительно, то перераспределением нагрузок пренебрегают, принимая величину R_0 из условия предыдущей задачи.

Направление опорной реакции R_0 под углом α к вертикали определяется из построений предыдущей задачи по наклонной основной рамы.

$$\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 1^\circ 32'$$

$$\alpha_3 = 2^\circ 37'$$

$$\alpha_4 = 3^\circ 24'$$

При построении планов скоростей механизма заднего колеса с полвосом Π в точке T , план скоростей совпадает с планом механизма. Рассматривая его как жесткий рычаг, определяем из условий его равновесия величину усилия q .

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00 ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

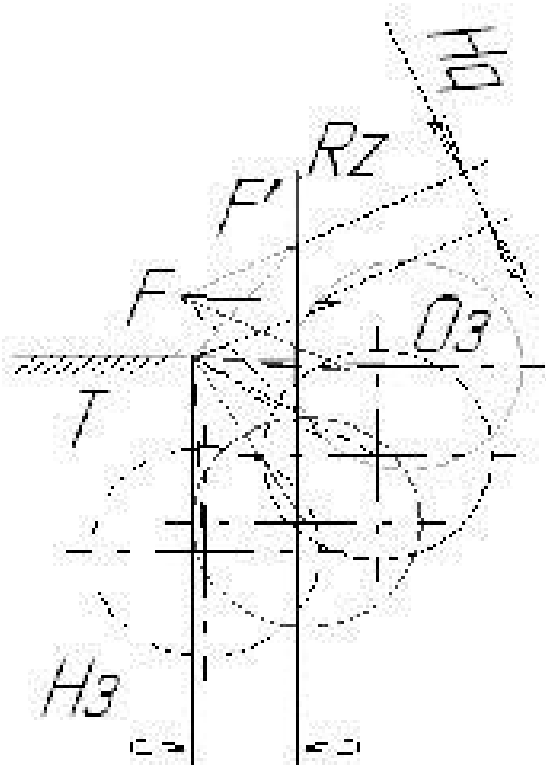


Рисунок 3.5 Схема для определения усилия q .

Составляем уравнения равновесия относительно точки M для четырех положений.

$$R_{M1} \cdot (a + b) = 2 \cdot G \cdot a_1, \text{ отсюда} \quad (3.7)$$

$$R_{M1} = 2 \cdot G \cdot a_1 / (a + b) = 2 \cdot 24034,5 \cdot 4,45 / (4,45 + 3,04) = 28559 \text{ Н.}$$

Аналогично получим для других положений:

$$R_{M2} = 1,5 \cdot 24034,5 \cdot 4,45 / (4,45 + 3,03) = 21447,8 \text{ Н;}$$

$$R_{M3} = 24034,5 \cdot 4,45 / (4,45 + 3,02) = 14317,7 \text{ Н;}$$

$$R_{M4} = 24034,5 \cdot 4,45 / (4,45 + 3,018) = 14321,6 \text{ Н.}$$

Теперь составим и решим уравнения относительно точки T .

$$q_1 \cdot H_{q1} = R_{M1} \cdot H_{M1}, \text{ отсюда} \quad (3.8)$$

$$q_1 = R_{M1} \cdot H_{M1} / H_{q1} = 28559 \cdot 0,499 / 0,304 = 46878 \text{ Н.}$$

Аналогично получим для других положений:

$$Q_2 = 21447,8 \cdot 0,716 / 0,308 = 49859 \text{ Н;}$$

$$Q_3 = 14317,7 \cdot 0,754 / 0,256 = 42170 \text{ Н;}$$

$$Q_4 = 14321,6 \cdot 0,601 / 0,16 = 53795,5 \text{ Н.}$$

Подбираем стандартный гидроцилиндр Ц – 90. По полученным данным строим график зависимости усилия q от величины перемещения поршня l .

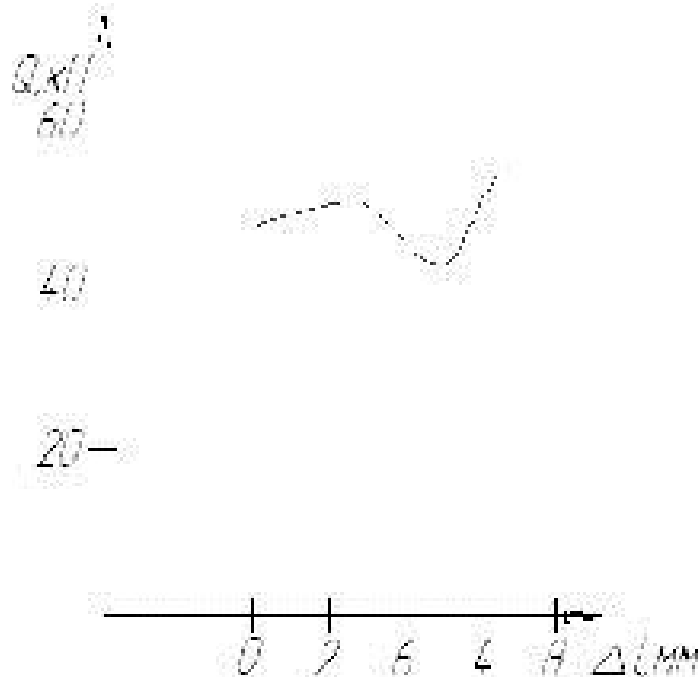


Рисунок 3.6 График изменения усилия q в зависимости от перемещения поршня

3.2.4 Проверочный расчет гидроцилиндра обратного механизма

Для расчета составляем уравнение равновесия по рисунку 3.7:

$$G \cdot H_G = P \cdot H_P \quad (3.9)$$

где G – вес поворотной рамы,

P – сила возникающая в гидроцилиндре под действием давления масла;

H_G – плечо силы G ;

H_P – плечо силы P .

Отсюда $P = G \cdot H_G / H_P = 11772 \cdot 0,19 / 0,098 = 22823 \text{ Н}$.

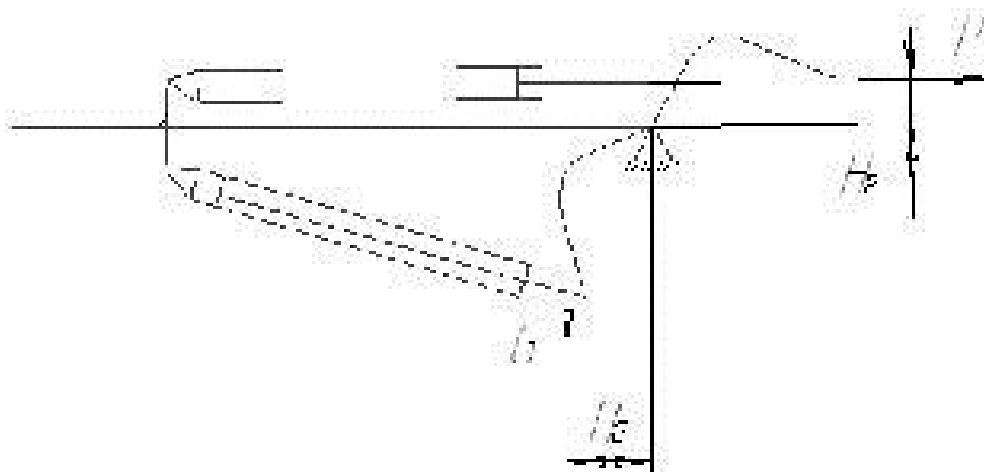


Рисунок 3.7 Расчетная схема оборотного механизма

Можно сделать вывод, что применяемый нами гидроцилиндр отвечает требованиям расчета.

3.2.5 Расчет на прочность

Вычисления на прочность стойки корпуса плуга проводим в компьютерной программе «КОМПАС». Для упрощения расчета принимаем стойку прямолинейной.

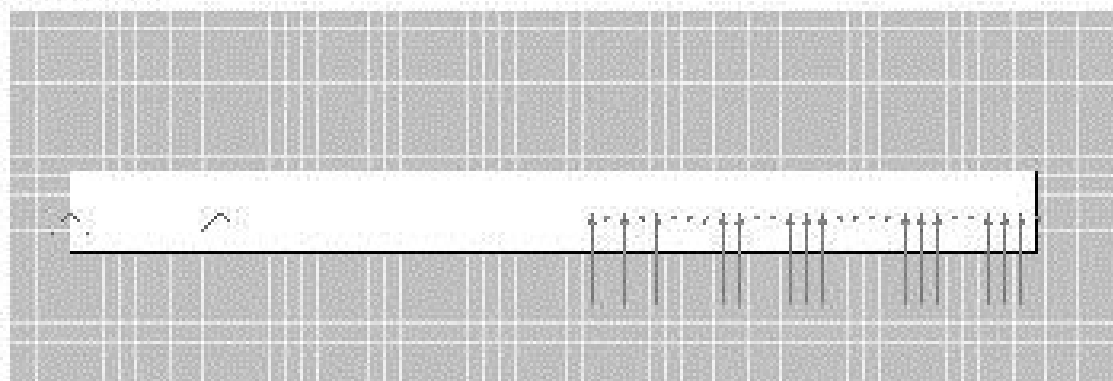


Рисунок 3.8 Расчетная схема стойки с приложенной к ней распределенной нагрузкой.

По расчетной схеме получили следующие результаты, приведенные в таблице 3.2.

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		11

Таблица 3.1 Реакции в опорах балки.

Номер опоры	Вертикальная реакция, Н	Горизонтальная реакция, Н	Модуль реакции, Н
1	25865,9	0	25865,9
2	-32324,3	0	32324,3

Статическое напряжение

$$\sigma_{ст} = \frac{M}{W_z}; \quad (3.10)$$

где M – максимальный изгибающий момент, $M = 2300 \text{ Н} \cdot \text{м}$. W_z – осевой момент сопротивления сечения,

Для опасного сечения

$$W_z = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad (3.11)$$

$$W_z = \frac{30 \cdot 68^2}{6} = 23,12 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$\sigma_{ст} = \frac{2300}{23,12 \cdot 10^3} = 0,1 \text{ МПа}$$

Коэффициент динамичности

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2H}{\Delta_{ст}}}; \quad (3.12)$$

$$K_d = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^3}{4,4}} = 4,4$$

Динамическое напряжение

$$\sigma_d = \sigma_{ст} \cdot K_d; \quad (3.13)$$

$$\sigma_d = 0,1 \cdot 4,4 = 4,4 \text{ МПа}$$

Условие прочности

$$\sigma \leq [\sigma]; \quad (3.14)$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{ст}}{S}; \quad (3.15)$$

					ВКР 3503.06.190.20.00.00.00.03	Лист
						12
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		

где σ_m - предел текучести;

S – коэффициент запаса;

$$\sigma_m = 240 \text{ МПа} / 1,5 /$$

$S=1,4 \dots 1,6$, принимаем $S=1,5$.

$$[\sigma] = \frac{240}{1,5} = 160 \text{ МПа};$$

Условие прочности выполняется

3.3 Правила эксплуатации и регулировки

1. При запуске агрегата в работу произвести соединение с трактором и регулировки согласно указаниям п.п. 4.2.
2. Во время работы агрегата следует соблюдать следующие правила:
 - при попадании инородного тела или обнаружении его, остановить агрегат, удалить предмет, затрудняющий работу;
3. Периодически проверять крепежи, целостность рабочих органов.
4. Периодически проверять наличие течи и подтеков в гидростанциях и гидродошидрах, давление в шинах

3.4 Техническое обслуживание

Технически исправное состояние и постоянная готовности агрегата достигается путём планомерного проведения работ по техническому обслуживанию. Своевременное и качественное выполнение ТО обеспечивает бесперебойную работу агрегата, что способствует повышению производительности и увеличивает срок службы.

3.4.1 Виды и периодичность технического обслуживания

- 1) Техническое обслуживание при эксплуатационной обкатке:

1. При подготовке к обкатке:

- очистить от краски рабочие поверхности корпусов смывкой АФТТУМП 2648-78. Смывку наносить кистью, пульверизатором. После размягчения слоя краски она снимается ветошью;

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00.13	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат.		

- наполнить пресс-соплом шарнирную трубу через масляный шприц.

2) Техническое обслуживание в период эксплуатационной обкатки:

- проверять крепления корпусов и заднего опорно –регулирующего колеса.
- проверять отсутствие течей и подтеков в гидросистеме плуга.

3) Техническое обслуживание после окончания эксплуатационной обкатки:

- очистить агрегат от пыли, грязи, растительных остатков, произвести мойку и сушку машины;
- проверить визуально техническое состояние узлов и деталей плуга, затяжку резьбовых соединений, при необходимости устранить выявленные отклонения.
- проверять отсутствие течей и подтеков в гидросистеме плуга.

4) Ежемесячное техническое обслуживание (ЕТО):

- очистить плуг от пыли, грязи и растительных остатков;
- проверить комплектность плуга и резьбовых соединений. При необходимости произвести ремонт и подтяжку;
- проверить техническое состояние изнашивающихся деталей рабочих органов. При необходимости заточить режущие части или заменить их.
- проверить и при необходимости подтянуть крепления колес, корпусов и предплужников, регулировку давления в камерах колес, соединительные элементы гидросистемы;

5) Техническое обслуживание перед началом сезона работы

- осмотреть плуг, проверить его комплектность, проверить состояние износа деталей рабочих органов, затяжку крепежных соединений. В случае необходимости выполнить работы по приведению агрегата в рабочее состояние: заменить изношенные до норматива рабочие органы. Смазать трущиеся части.
- проверка соединительных элементов гидросистемы.

6) Техническое обслуживание при хранении:

1. При межсезонном хранении (перерыв в использовании до 10 дней):

Подготовка к хранению:

					ВКР 35.03.06.19020.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

- очистить плуг от пыли, грязи, растительных остатков;
- произвести мойку и сушку;

При снятии с хранения:

- осмотреть плуг;
- проверить его комплектность. В случае некомплектности установить демонтированные детали.

2. При кратковременном (до 2-х месяцев) хранении:

При подготовке к хранению:

- очистить плуг от пыли, грязи, растительных остатков, произвести мойку и сушку;
- покрыть консервирующим составом неокрашенные поверхности рабочих органов;
- установить плуг на ровной площадке.

При снятии с хранения:

- осмотреть плуг;
- проверить его комплектность. В случае некомплектности установить демонтированные детали, снять с рабочих органов ветошью консервирующий состав.

3. При длительном хранении:

Подготовка к хранению:

- очистить плуг от пыли, грязи и растительных остатков, произвести мойку и сушку;
- доставить плуг к месту хранения, проверить техническое состояние всех узлов, деталей крепёжных соединений. В случае необходимости заменить изношенные детали, крепёжные соединения подтянуть, произвести ремонт.
- неокрашенные поверхности деталей рабочих органов покрыть консервирующим составом.
- снять и сдать на склад гидроцилиндры, гидрожмок и рузавы высокого давления.
- снизить давление в шине колеса до 0,2 МПа

					ВКР 35.03.06.190 20.00.00.00 ЛЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дат.		

- шток не должен соприкасаться со сточными водами и не должен иметь ржавчины. В случае обнаружения - устранить.
- очистить и смазать все резьбовые соединения и штоки гидроцилиндров антикоррозийной смазкой;
- произвести зачистку мест, подверженных коррозии, и подкрасить поврежденные места краской;

При хранении:

- проверять состояние штока ежемесячно при хранении под навесом и на открытой площадке, через два месяца - в закрытых помещениях;

При снятии с хранения:

- очистить шток ветошью от консервирующего состава;
- установить снятые детали и узлы;
- проверить комплектность агрегата.

					ВКР 35.03.06.190 20.00.00.00 ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

3.5 Разработка мероприятий по технике безопасности

Для снижения показателей травматизма нами предлагаются следующие мероприятия

- строго соблюдать сроки носки спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, установленные типовыми отраслевыми нормами их бесплатной выдачи;

- внедрить систему материального стимулирования работников за безопасный труд.

- у наружных входов и въездов устроить тамбуры и снабдить двери устройствами для самозакрывтия. Данное мероприятие осуществляется, чтобы избежать сквозняков и резкого охлаждения помещения, что приводит к ухудшению здоровья работников;

- ввести штатную должность специалиста по охране труда;

- провести аттестацию рабочих мест по условиям труда;

Разработанный оборотный плуг агрегируется трактором МТЗ - 1553. Данная конструкция соответствует требованиям технологии производства.

Для исключения травматизма сцепку трактора с плугом необходимо проводить с соблюдением требуемых мер безопасности. Перед началом движения трактора к орудию тракторист должен дать звуковой сигнал, убедиться в отсутствии людей между трактором и орудием и только после этого начать движение. Подъезжать к плугу следует задним ходом на низкой передаче, плавно и без рывков. При этом тракторист обязан наблюдать за командами прицепщика, ноги держать на педалях муфты сцепления и тормоза, чтобы в случае необходимости обеспечить остановку машины. Рабочий (прицепщик) в момент движения трактора и прицепного орудия не должен находиться на пути его движения. Соединять (расцеплять) прицепное устройство разрешается только при полной остановке трактора по команде тракториста. Во время навески плуга тракторист обязан установить рычаг переключения коробки перемены передач в нейтральное поло-

					ВКР 35.03.06.190200000000ПЗ	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		17

жение, а ногу держать на педали тормоза. Отверстия в прицепной серье трактора и прицепном устройстве сельскохозяйственных машин не должны быть овальными. Штырь необходимо шплинтовать, его прочность должна соответствовать тяговой нагрузке.

Системы отопления и вентиляции, установленные в кабине трактора должны обеспечивать следующие показатели микроклимата: температура воздуха в течение всего года $17...25^{\circ}\text{C}$, запыленность воздуха не более $3,4 \text{ мг/м}^3$, относительная влажность воздуха $35...65\%$, скорость потока воздуха $0,5 \text{ м/с}$, объем свежего воздуха в закрытой кабине трактора $30...50 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Перед началом работ в кабине трактора должны находиться приспособления для технического обслуживания трактора, бачок с водой (не менее трех литров), огнетушитель, лопата и аптечка медицинской помощи.

В соответствии с типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты для работников сельского хозяйства, тракторист-машинист должен быть обеспечен костюмом из хлопчатобумажной пыле непроницаемой ткани (на год), рукавицами комбинированными (две пары на год), очками защитными (до износа).

К работе с плугом допускаются лица, получившие первичный инструктаж по охране труда. При подготовке плуга к работе, а также при постановке на хранение необходимо снимать и устанавливать тяжелые сборочные единицы и детали с соответствующими мерами предосторожности, при этом максимально использовать подъемно-съемочные приспособления и механизмы. Перед началом движения агрегата следует подать звуковой сигнал, трогаться с места плавно без рывков. При трогании с места и переездах, а также прежде чем поднять или опустить плуг, необходимо убедиться в отсутствии людей около плуга. Категорически запрещается работать с неисправным плугом, находиться возле агрегата во время поворота, регулировать плуг, подтягивать болты, натягивать ремни на ходу или в транспортном положении, производить обслуживание, устранять неисправности при поднятом

					ВКР 35.03.06.190200000000ЛЗ	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		18

путе и работающем двигателе трактора, сдавать трактор назад и делать повороты с заглубленными рабочими органами.

Перед заменой корпусов или лемехов под регулировочное колесо нужно подложить деревянные колодки. Очистку рабочих органов производить специальным чистиком.

3.6 Мероприятия по охране окружающей среды

Оборотный плуг агрегируется трактором, работающим на дизельном топливе. За счет усовершенствования плуга увеличивается производительность, что обеспечивает сокращение расхода топлива и выброса вредных веществ в окружающую среду. Применение оборотных плугов обеспечивает более высокое качество вспашки, что позволяет уменьшить воздействие водно-ветровой эрозии на почву.

Машинная деградация почв возникает вследствие использования в сельском хозяйстве тяжелых энергонасыщенных тракторов и другой сельскохозяйственной техники, вызывающей уплотнение почвы, разрушение структуры, ухудшение пищевого и водного режима, угнетение биологической активности, снижение супрессивности почвы, т.е. устойчивости к фитопатогенам. При вспашке поля разработанным оборотным плугом агрегат движется челночным способом, который по сравнению с загонным способом движения снижает количество проездов по полю и соответственно снижает уплотнение почвы.

Для охраны окружающей природы при эксплуатации разработанного агрегата необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) Заправку трактора топливом производить в специально установленных местах за пределами поля;
- 2) Производить в соответствии с нормами техническое обслуживание, регулировку системы зажигания, для уменьшения выбросов в окружающую среду негоревших нефтепродуктов;

					ВКР 35.03.06.190.20.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- 3) При работе лучше агрегатировать разработанный плуг с тракторами на гусеничном ходу потому, что гусеничные трактора меньше уплотняют почву,
- 4) Мыть тракторы и машины на специально оборудованных площадках вдали от водоёмов, для предотвращения попадания нефтепродуктов в них;
- 5) Обработку почвы производить поперёк склона для предотвращения эрозии;
- 6) Необходимо производить посадку искусственных насаждений вокруг полей и оврагов для того, чтобы снизить воздействия водной эрозии;

3.7 Расчёт стоимости изготовления оборотного механизма

Находим стоимость реверсирующего механизма. Затраты на изготовление конструкции рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{мех.п}} = C_{\text{зд}} + C_{\text{зд}} + C_{\text{об.з}} + C_{\text{оп.п}}, \quad (3.16)$$

где, $C_{\text{зд}}$ - затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{\text{зд}}$ - цена покупных деталей, руб.;

$C_{\text{об.з}}$ - заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{\text{оп.п}}$ - общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.

Стоимость изготовления оригинальных деталей определяем из выражения

$$C_{\text{зд}} = C_{\text{пр.п}} + C_{\text{м}}, \quad (3.17)$$

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

$C_{\text{м}}$ - стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, руб.

Полная заработная плата рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{зп.д}} = C_{\text{зп}} + C_{\text{д}} + C_{\text{соц.з}} \quad (3.18)$$

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

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

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

Заработная плата рабочих занятых на изготовлении оригинальных деталей определяется по формуле:

$$C_{\text{зп}} = t_1 C_{\text{ч}} K_{\text{с}} n, \quad (3.19)$$

где, t_1 – средняя трудоемкость на изготовление отдельных оригинальных изделий, чел. – час;

$C_{\text{ч}}$ – часовая ставка рабочих по IX разряду, руб, $C_{\text{ч}} = 232$ руб.;

$K_{\text{с}}$ – отраслевой повышающий коэффициент, $K_{\text{с}} = 1,8$;

n – количество дней, $n = 24$.

$$C_{\text{зп}} = 7 \cdot 232 \cdot 1,8 \cdot 24 = 70156 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{д}} = (25 \dots 40) C_{\text{зп.д}} / 100, \quad (3.20)$$

$$C_{\text{д}} = (40 \cdot 70156) / 100 = 17539 \text{ руб.}$$

Начисления по единому социальному налогу составляют 25% от суммы основной и дополнительной заработной платы:

$$C_{\text{соц.з}} = 0,25(C_{\text{зп.д}} + C_{\text{д}}), \quad (3.21)$$

$$C_{\text{соц.з}} = 0,25(70156 + 17539) = 21923 \text{ руб.}$$

Отсюда полная заработная плата на изготовление единицы детали составит:

$$C_{\text{зп.д}} = 70156 + 17539 + 21923 = 109618 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей определяем по формуле:

$$C_{\text{м}} = C_1 \times Q_{\text{с}} \times n, \quad (3.22)$$

где C_1 – цена 1 кг материала заготовки, руб, $C_1 = 46$ руб./кг,

$Q_{\text{с}}$ – средняя масса заготовок, кг;

n – число заготовок, шт - 35.

Принимаем массу заготовки $Q_z=5,7$ кг.

$$C_z=46 \cdot 5,7 \cdot 35=9177 \text{ руб.};$$

$$C_{*д}=109618 + 9177=118795 \text{ руб.}$$

Цены покупных изделий и деталей по прейскуранту составляет:

$$C_{*ц} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (3.23)$$

где, C_1 – стоимость крепежных элементов:

$$C_1 = 348 \text{ руб.}$$

C_2 – стоимость электродов:

$$C_2 = 2800 \text{ руб.}$$

Данные цены приведены согласно прайс-листам на запасные части к сельскохозяйственным машинам.

$$C_{*ц} = 348 + 2800 = 3148 \text{ руб.}$$

Зарботную плату рабочих, занятых на сборке конструкции рассчитываем по формуле:

$$C_{*з} = C_{*з} + C_{*дз} + C_{*сз}, \quad (3.24)$$

где $C_{*з}$ – заработная плата за сборку, руб;

$C_{*дз}$ – дополнительная заработная плата, руб;

$C_{*сз}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

$$C_{*з} = T_{*з} C_z K_c \quad (3.25)$$

где, $T_{*з}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-час;

$$T_{*з} = K_c \times \sum t_{*з}, \quad (3.26)$$

где, K_c – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, $K_c=1,08$;

$t_{*з}$ – трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.-час,

$$t_{*з} = 26 \text{ чел.-час.}$$

$$T_{*з} = 1,08 \times 26 = 28,1 \text{ чел.-час.}$$

$$C_{*з} = 28,1 \cdot 23,2 \cdot 1,8 = 1173,46 \text{ руб.}$$

					ВКР 35.03.06.19020.0000.000.03	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Дополнительная заработная плата:

$$C_{\text{д.об}} = 40 \cdot C_{\text{об}} / 100, \quad (3.27)$$

$$C_{\text{д.об}} = 40 \cdot 1173,46 / 100 = 469,38 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию:

$$C_{\text{со.щ.об}} = 0,25(C_{\text{об}} + C_{\text{д.об}}); \quad (3.28)$$

$$C_{\text{со.щ.об}} = 0,26(1173,46 + 469,38) = 427,14 \text{ руб.}$$

Полная заработная плата за боку:

$$C_{\text{об.з}} = 1173,46 + 469,38 + 427,14 = 2069,98 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление или реконструкцию определяем по формуле:

$$C_{\text{н.з}} = C_{\text{н.р}} \times K_{\text{н.з}} / 100, \quad (3.29)$$

где $C_{\text{н.р}}$ – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении конструкции, руб.;

$K_{\text{н.з}}$ – коэффициент общепроизводственных расходов, $K_{\text{н.з}} = 65\%$

$$C_{\text{н.р}} = C_{\text{н.р.з}} + C_{\text{об}} = 17904,6 + 1173,46 = 19078,06 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{н.з}} = 19078,06 \cdot 0,65 = 12400,74 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление и сборку:

$$C_{\text{н.з.з}} = 21096,6 + 3148 + 2069,98 + 12400,74 = 138715,32 \text{ руб.}$$

Таким образом, стоимость обратного механизма будет равна 138715,32 руб.

3.8 Расчёт годового эффекта и срока окупаемости внедрения обратного механизма

При применении обратного плуга с нашим механизмом по сравнению с обычным плугом, который применяется в хозяйстве, появляется возможность повысить эффективность обработки почвы, при этом качество не зависит от направления оборота пласта почвы плужными корпусами. Плуг сокращает сроки выполнения работ в соответствии с требованиями энергосберегающих технологий и агротребований: повышается производительность. Вспашка не требует разбития поля на загоны, делает поверхность поля

					ВКР 35.03.06.185.17.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	На докум.	Подпись	Дата		23

ровной с полной заделкой растительных остатков, вследствие чего повышается урожайность на 5 – 8 %.

Вычисляем среднюю урожайность за последние три года.

$$C_{ср} = C_{2003} + C_{2004} + C_{2005} / 3 = 35,2 + 31,5 + 33,5 / 3 = 33,4 \text{ ц/га}$$

При применении оборотного плуга с предлагаемой разработкой мы повысим урожайность на 5 % и получим 44,07 ц/га. За последний год нагрузка на один плуг на вспашке зерновых составила 370,5 га. Тогда дополнительная прибыль составит, руб:

$$\mathcal{E}_{\phi} = V_{\text{пл}} (C_{\text{пл}} - C_{ср}) \Pi, \quad (3.30)$$

где, $V_{\text{пл}}$ - объем работ, га;

$C_{\text{пл}}$ - планируемая урожайность зерновых, ц/га;

$C_{ср}$ - средняя урожайность за последние три года;

Π - цена одного центнера зерновых, руб./ц.

$$\mathcal{E}_{\phi} = 370,5 (44,07 - 33,4) \cdot 11,5 = 42550,85 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости, г:

$$T_{ок} = \frac{C_{\text{укоп}}}{\mathcal{E}_{\phi}}, \quad (3.31)$$

$$T_{ок} = \frac{138715,32}{42550,85} = 3,26 \text{ года.}$$

Таким образом, внедрение данной разработки окупит себя за 3,26 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Проведен литературно-патентный обзор технологий возделывания кукурузы на зерно, рассмотрены биологические особенности выращивания кукурузы на зерно.

2 Выполнен анализ патентов по конструкциям плугов для гладкой пахоты. Выявлены их преимущества и недостатки. На основе анализа рассмотренных конструкций был предложен механизм реверсирования оборотного плуга.

3 Разработка конструкции механизма реверсирования оборотного плуга, дала возможность увеличения производительности за счет упрощения работы механизатора при реверсировании из правого положения в левое, обратно и при укладке рамы в транспортное положение.

4 Конструктивный расчет показал, что разработанная конструкция работоспособна при соблюдении правил изготовления и сборки деталей механизма оборота.

5 Приведены правила эксплуатации оборотного механизма.

6 На основе технико-экономического анализа видно, что капиталовложения на изготовление механизма реверсирования оборотного плуга окупаются за 3,26 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агейкин А.К. Датчики контроля и регулирования. Справочные материалы. - М.: Колос, 1965, - 547 с.
2. Богданов В.Н., Малежик И.Ф., Верхова А.П. Справочное руководство по черчению. - М.: Машиностроение, 1989. - 864 с.: ил.
3. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. - М.: Колос, 2003. - 344 с.: ил.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Детали машин. Курсовое проектирование. - М.: Высш. шк., 1990, - 399 с.
5. Зотов Б.И., Курдюшов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. - М.: Колос, 2000, - 424 с.
6. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высш. шк., 1991, - 383 с.
7. Основы проектирования и расчет сельскохозяйственных машин. Л.А. Резников, В.Т. Ещенко, Т.Н. Дьяченко и др. М.: Агропромиздат 1991, - 543 с.: ил.
8. Саблюков М.В., Кузьмин М.В. Курсовое и дипломное проектирование по сельскохозяйственным машинам. - М.: Колос, 1973, - 192 с.
9. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. ГОСТ 12.2.019-86 М.: 1989
10. Справочник конструктора сельскохозяйственной техники. в 4-х т. Т2 под ред. Клецкин М.Н. М.: Колос, 1969, - 862 с.
11. Трудовой кодекс РФ. Введен в действие с 01.02.02 г.
12. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - 8-е изд., стереотип. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. - 560 с.
13. Чекамарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. - М.: Высш. шк., 1994, - 671 с.