Введение

Повышение производительности труда в сельском хозяйстве связано с научно-техническим прогрессом и в первую очередь с реализацией новых принципов действия сельскохозяйственной техники, обеспечивающих ресурсосбережение и экологическую чистоту.

Одним из перспективных технологических способов, отвечающим этим требованиям, является так называемое мостовое земледелие.

За последнее десятилетие мостовое земледелие в таких странах как, Япония, Англия, Австралия перешло из стадии научных разработок в производство в первую очередь в овощеводстве закрытого грунта, выращивание риса, корнеплодов и технических культур.

Наиболее эффективным является применение мостовой технологии при выращивании рассады в пленочных теплицах. Рассадой засаживают 60 % площадей под овощными культурами при этом затраты на рассаду в себестоимости производства овощей составляют 35 - 40 %, затраты при получении без горшечной рассады при существующем уровне механизации составляют 4,7 чел/час на 1000 шт.

Принцип мостового агрегата позволяет разработать механизированную технологию выращивания рассады с созданием идеальных условий растений: оптимальное рыхление почвы, точная заделка семян по глубине, междурядная обработка растений рассады с минимальной защитной зоной. Электропривод моста и всех машин может обеспечить экологическую чистоту внешней среды и растений.

1. Технология и техническое обеспечение мостового земледелия.

1.1 Описание технологического процесса выращивания рассады.

Промышленная технология производства рассады осуществляется при помощи технических средств и базируется на комплексной механизации. В настоящее время рассаду выращивают в основном выращивают в пленочных теплицах. Планируется использование мостового в качестве энергетического и технологического средства при выполнении всех производственных операций по производству рассады. Устройство теплицы с мостовым шасси показано на рис. 1.1

Технологический процесс производства рассады с использованием мостового электрошасси осуществляется следующим образом. Электрошасси передвигается по направляющим, установленным вдоль боковой стенки теплицы. При этом рабочая машина, навешанная на каретку электрошасси, выполняет одну из следующих операций: подготовку почвы, посев семян с прикармливанием, междурядную обработку и т.д.

После завершения работ в одной теплице электрошасси переезжает в другую теплицу. Для этого теплицы оснащаются полностью открывающимся торцом. Шасси въезжает в технологический коридор, становится на транспортную тележку и, двигаясь по направляющим вдоль технического коридора, останавливается против теплицы, которую требуется обрабатывать. Такова общая схема выполнения работ мостовым агрегатом на рассадно-овощном комплексе.

Для получения качественной рассады необходимо обеспечить оптимальные условия теплового, светового, влажностного, газового и питательного режимов. Так в первые дни после посева семян капусты до всходов необходимо держать температуру почвы около 20°С при влажности 60...80 %. В течении 5-7 дней после появления всходов ночью температуру воздуха поддерживают равной 6...10°С, а днем 10...15°С. В последующие дни температура воздуха выдерживается на 2...3°С выше, а в период закалки ночью температуру снижают до 5...6°С, днем 10...12°С при температуре почвы 12...15°С.

После выборки рассады в теплице выращивались перцы, заканчивается второй культурооборот в теплице, в конце сентября.

Вслед за последней в обороте овощной культурой в теплице проводится обеззараживание грунта и конструкций. Весной производится предпосевная обработка почвы фрезерным агрегатом. Перед фрезерованием на основе анализа проб почвы вносят поверхностным способом минеральные удобрения. Подготовка грунта должна производится так, чтобы создать наилучшие условия для высева семян и появления своевременных и дружных всходов. Для качественного механизированного посева необходимо иметь отсортированные по размерам и массе с высокой полевой всхожестью, требуется качественная подготовка и выравненность поверхности почвы. Крошение должно быть таким, чтобы количество фракций менее 10 мм составляло 85%, остальные не более 50 мм, а неровность поверхности гряды не должно превышать ± 2 см. Глубина заделки семян капусты в пределах 0,5...1 см, а ширина междурядий должна выдерживаться с точностью ± 0,5 см. Отклонение от этих параметров приводит к измененным всходам и неравномерности роста рассады.

Следующей операцией механизированного производства рассады, выполняемой с помощью мостового агрегата, является точный одно-зерновой посев. Работа вакуумной сеялки основана на эффекте присасывания семян к отверстию в высевающем диске и последующем выталкивании семян в нижней зоне в борозду, образованную сошником. Каток, идущий по следу сеялки, производит засыпку и прикатывание борозды. Прикатывание перед посевом, а так же после него позволило строго выдержать глубину заделки семян. При посеве семян капусты глубина заделки 0,8 см. Максимальное отклонение от среднего значения 0,2 см. Следует отметить высокое качество сеялки. Средний шаг посева 4 см, практически не наблюдается пропусков, а также захвата двух семян и более. Сеялка рассчитана на посев с междурядьями 12 см.

Обработка междурядий производится роторным культиватором. Он снабжен пружинными рыхлящими рабочими органами и по принципу вычесывания сорняков и рыхления междурядий. (рис. 1.2)

рис. 1.2 Роторный культиватор

Учитывая высокую точность хода мостового агрегата, производилась обработка посевов в 12 и 6 см. Глубина обработки составляет в среднем 2,5см, стандартное отклонение 0,15 см. Мостовой агрегат обеспечивает высокую устойчивость хода рабочей машины. Повреждение рассады не превышает 6%, а степень уничтожения сорняков в зоне обработки достигает 93%. Полив рассады производится стационарной системой мелкодисперсного дождевания. Операция по выборке рассады на данном этапе испытаний проводились вручную. На части рассады проводилась подрезка корней скобой, что заметно снизила степень ее роста. Подрезка центрального стержневого корня привела к интенсивному росту боковых побегов и увеличению массы корней.

В целом весь технологический процесс производства рассады на примере капусты выполняется машинами и механизмами, агрегатируемыми мостовым шасси.

Основные операции показаны на рис. 1.3

1. Техническое описание конструкции мостового шасси.

Мостовое шасси выполнено в виде двух опорной балки, на которую навешана передвижная каретка с рабочей машиной. Балка изготовлена из швеллера, концы балки опираются на транспортные тележки. (рис. 1.4)

Электроснабжение мостового шасси осуществляется через кабельный барабан, Установленный над транспортной тележкой. Шасси передвигается на обрезиненных колесах по рельсовому пути, выполненному из швеллера. Колесная формула 4х2.

а)

Разогрев почвы

Внесение минеральных и

органических удобрений

Предпосевная обработка почвы

Посев семян

б)

Уход за рассадой

Полив Междурядная Обработка Подрезка

обработка ретардантами корней

с)

Выборка рассады

Ручная с укладкой в тару Механизированная с укладкой

в кассеты

Рис. 1.3 Технологическая схема промышленного производства без горшечной рассады: а), б), с)

Мостовое шасси снабжено двигателями главного хода, привода кабеле приемника, перемещения каретки, заглубления рабочих органов. Кроме того, предусмотрено подключение к мостовому шасси электрических двигателей рабочих машин.

рис. 1.4 Общий вид мостового шасси.

Рама мостового шасси выполнена в виде короба из швеллера. Перемещение передвижной каретки осуществляется по нижней и верхней полкам швеллера.

Кабеле приемник служит для наматывания кабеля и поддержания его постоянного натяжения при перемещении мостового шасси. Постоянное натяжение осуществляется с помощью гидравлической муфты, установленной между двигателем и кабельным барабаном. Усилие натяжения около 20 кг.

Транспортные тележки установлены по концам рамы мостового шасси, снабжены двигателями основного хода, цепной передачей и бортовыми редукторами.

Передвижная каретка служит для агрегатирования рабочей машины. Для перемещения каретки вдоль рамы мостового шасси установлен тросовый привод. Рабочая машина навешивается в нижней зоне на три точки. Установка по высоте осуществляется при помощи винтовой передачи. Передвижная каретка оборудована местом оператора и пультом управления.

Мостовое шасси предназначено для работы в теплицах шириной 9 м и длинной 140 м. Ширина колеи 8,4 м. Для торцевых стенок разработан и опробован вариант раздвижных ворот, позволяющих осуществлять выезд шасси из теплицы.

Торцевые ворота состоят из 4 створок. По направляющим створки сдвигаются в сторону за пределы теплицы.

Для перевода шасси из одной теплицы в другую выполнена транспортная тележка и поперечный рельсовый путь. Транспортная тележка состоит из 2 кареток, одна из которых имеет электропривод, и соединительной рамы. После наезда мостового шасси на транспортную тележку включается двигатель хода тележки и шасси перемещается к следующей теплице. Снабжение транспортной тележки электрической энергией выполнено аналогично со схемой мостового шасси при помощи кабельного барабана с приводом. При оборудовании теплиц соединительным коридором поперечный транспортный путь монтируется в коридоре.

2. Кинематическая схема

Кинематическая схема передвижения мостового электрошасси представлена на рис. 2.1

3 2 1

Д Д

4

рис. 2.1

На рисунке обозначено: 1 - двигатель; 2 - редуктор; 3 - колеса; 4 - направляющие колеи.

Исходные данные:

Масса моста - 2,6 тонн

Высота - 1,4 м

Ширина - 8,4 м

Диаметр ходовых колес - 520 мм

Масса фрезы - 370 кг

Диаметр цапфы - 0,13 м

Максимальная скорость механизма - 0,83 м/с

Минимальная скорость - 0,25 м/с

Требуемое ускорение - 0,8 м/с

Сила сопротивления почвы при рабочей скорости механизма - 4000 Н

Сформулируем требования предъявляемые к электроприводу мостового электрошасси.

Как уже отмечалось выше в описании технологического процесса выращивание рассады, для оптимального роста необходима высокая точность посева. Отклонение от этой точности приводит к изреженным всходам и неравномерности всхода рассады, точно такая же высокая точность требуется для обработки готовой рассады (междурядная обработка, рыхление, подрезка корней рассады). Высокая точность обработки на прямую зависит от плавности хода мостового электрошасси.

Обработка почвы мостовым агрегатом происходит в двух направлениях, поэтому необходимо, чтобы электропривод был реверсивным (имел второй комплект вентилей). Схема управления электропривода должна обеспечивать выравнивание нагрузки двигателей, и обеспечивать диапазон скоростей Vмоста=Vmin÷Vmax. Также электропривод должен иметь минимальные габаритные размеры и вес, так как он будет устанавливаться на раме мостового электрошасси. Простота также играет немаловажную роль, ввиду невысокого уровня обслуживающего персонала.

1. Расчет нагрузочных диаграмм и выбор мощности электродвигателя мостового электрошасси.
2. Предварительный выбор мощности.

Механизм работает в помещении при отсутствии ветровой нагрузки, поэтому мощность на валу двигателя, необходимая для передвижения мостового электрошасси определяется по [12].

 (3.1)

где: m - масса перемещаемого механизма, кг

g=9,8 м/с2 - ускорение свободного падения

Vмех - скорость передвижения механизма, м/с

ϕn=0,015 - коэффициент трения в подшипниках качения ступиц колес.

Dk - диаметр ходового колеса, м

dст - диаметр ступицы ходового колеса, м

η - КПД механизма

mk=1 - число механизмов передвижения

μ=0,5⋅10-3 - коэффициент трения качения

Крб=1,3÷1,4 - коэффициент формы ходового колеса, учитывающий трение ребер ходового колеса.

Мощность учитывающая сопротивление почвы.

 , Вт

где: Q = 4000 H - сила трения инструмента о почву



По рассчитанной мощности выбираем по [17] два двигателя постоянного тока с номинальной частотой вращения nн = 1000 об/мин и суммарной мощностью равной рассчитанной серии 2ПО132МГУХЛ4.

Электродвигатели имеют следующие параметры:

Номинальная мощность: Рн = 1,8 кВт

Напряжение питания: Uн = 110 В

Номинальная частота вращения: nн = 1000 об/мин

КПД: η = 0,9

Сопротивление якорной обмотки: R′я 15 = 0,346 Ом

Сопротивление дополнительных полюсов: R’дп 15 = 0,224 Ом

Индуктивность якорной обмотки: L =7,9 мГн

Момент инерции: J = 0,1 кг⋅м2

Двигатели серии 2П являются наиболее подходящими для данных условий эксплуатации.

У машин серии 2П повышена перегрузочная способность, расширен диапазон регулирования частоты вращения, улучшены динамические свойства.

Данный тип двигателя имеет встроенный тахогенератор ТС - 1, Крутизна напряжения тахогенератора: 0,033 В/(об/мин) [17].

С ростом температуры сопротивление обмоток увеличивается. Класс изоляции у данного двигателя F, максимально допустимая температура 155°С. [17]

Найдем сопротивление обмоток при рабочей температуре 100°С.

 (3.2)

 (3.3)

где: R15 и R100 - сопротивление обмоток, соответственно при 15°С и 100°С (Ом)

α = 4⋅10-3 с-1 - температурный коэффициент сопротивления для меди в интервале температур 0 - 150°С

tраб = 100°С - рабочая температура

tхол = 15°С - температура при которой даны сопротивления обмоток электродвигателя.







Полное сопротивление якорной обмотки двигателя:



Значение номинального тока двигателя вычисляется по следующей формуле:





Коэффициент КФ вычисляем по:





Определим номинальный момент на валу двигателя:



Для данного электродвигателя рассчитаем требуемое передаточное число редуктора:

 (3.5)

где: ωн - номинальная угловая скорость вращения, с-1

ωмех - рабочая угловая скорость колеса, с-1

 (3.6)

 (3.7)







Из [15] по расчетному передаточному числу и мощности двигателя выбираем редуктор типа: Ц2-250 с передаточным числом: ip = 32,72

1. Расчет тахограммы и нагрузочной диаграммы двигателя.

Тахограммы рассчитываются упрощенным способом, исходя из допущения постоянства величины заданных ускорений на участках разгона и торможения, а так же неизменности заданной, установившейся скорости движения на всей длине пути рассматриваемого участка движения.

При этом отрезки времени на участках тахограммы рассчитываются по известным из физике формулам равноускоренного и равномерного движения.

На рис. 3.1 представлена тахограмма и нагрузочная диаграмма мостового электрошасси.

Согласно техническому заданию рассчитана тахограмма двигателя.

, с-1





Рассчитаем время t1 за которое механизм достигает заданной скорости Vмех:



t3 - время за которое шасси тормозится до минимальной скорости Vmin:



t5 - время до полной остановки шасси:



S1 - путь пройденный механизмом до достижения заданной скорости:



S3 - путь на котором шасси тормозится до минимальной скорости Vmin:



S4 - путь пройденный шасси на минимальной скорости Vmin:

Примем S4 = 2 м

t4 - время за которое шасси пройдет путь на минимальной скорости Vmin



S2 - путь пройденный шасси на заданной скорости Vмех



t2 - время движения шасси на заданной скорости



Моменты на валу двигателя определяются по следующим формулам:

, Н⋅м (3.8)

где: J∑ - приведенное значение момента инерции привода

 (3.9)



 (3.10)

 (3.11)

где: 

Расчет моментов сведем в таблицу 3.1

Табл. 3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Δt | Мдi | Mci | Mдин |
| 1 | 1,04 | 36,54 | 18,4 | 18,14 |
| 2 | 138,2 | 18,4 | 18,4 | 0 |
| 3 | 0,73 | 0,26 | 18,4 | 18,14 |
| 4 | 8 | 18,4 | 18,4 | 0 |
| 5 | 0,3 | 0,26 | 18,4 | 18,14 |
| 6 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 1,04 | 36,54 | 18,4 | 18,14 |
| 8 | 138,2 | 18,4 | 18,4 | 0 |
| 9 | 0,73 | 0,26 | 18,4 | 18,14 |
| 10 | 8 | 18,4 | 18,4 | 0 |
| 11 | 0,3 | 0,26 | 18,4 | 18,14 |

По нагрузочной диаграмме определяем эквивалентный за 1 цикл работы момент.

 (3.12)



Проверим выбранный двигатель по условиям нагрева.

Двигатель удовлетворяет заданному режиму, если



