

Министерство Высшего Среднего Специального Образования Республики
Узбекистан

Ташкентский Государственный Технический Университет
им. А.Р. Беруни

Механический факультет
Кафедра «Сельхозмашиностроения»

Холиков С

**Управления хлопкоуборочной машины серии КЛАСС А
с расположением уборочных аппаратов**

**Специальность: 5А520710 «Сельскохозяйственные машины и
оборудование».**

Диссертация на соискание академической степени магистра

Работа рассмотрена и
допускается к защите
Заф. кафедрой «СМ»
доц. Абдазимов А.Д.

_____ 2008 г.

Научный руководитель
«БМКБ-Агромаш» Азаров И.Н.

Научный консультант ТГТУ каф.
«Телемеханики» Улжаев Э

Ташкент - 2008

Оглавление

Введение.....	
Глава 1. Состояние вопроса.....	
1.1. Характеристики объектов исследования	
1.2. Обзор работ проводимый по улучшению управляемости и устойчивости движения сельхозмашин.	
1.3. Обзор работ проводимый по оснащению системами автоматического контроля сельхозмашин.	
Глава 2. Основная часть	
2.1. Исследование кинематики поворота хлопкоуборочной машины серии ХМ-1.8.	
2.2. Разработка мероприятий по улучшению управляемости хлопкоуборочной машины в грядках хлопчатника.	
2.3. Выбор принципиальной схемы система автоматического контроля положения управляемых колес.	
2.4.. Выбор индукционного преобразователя для измерения угла поворота.	
2.5. Снятие статической характеристики с датчика угла поворота УПР-1.	
2.6. Описание лабораторного стенда по снятию статической характеристики с индуктивного датчика.	
2.7. Модернизация электронного блока системы УПР-1.	
2.8. Монтаж и результаты предварительных испытаний системы автоматического контроля.	
2.9. Результаты испытаний по улучшению управляемости.	
Заключение.	
Список использованной литературы.	

Введение

Актуальность темы. Особенности конструкции полунавесной хлопкоуборочной машины серии МХ производимой на АО «Ташсельмаш» состоит в том, что хлопкоуборочный агрегат монтируется на трактор за более короткий промежуток времени по сравнению с ХУМ серии ХВ, также не изменяет направления движения трактора и его базовую конструкцию. Хлопкоуборочная машина имеет задний управляемый мост, что дало возможность агрегатировать машину с трактором с минимальной трудоемкостью с полнокомплектным использованием трактора. Данная машина имеет хорошие агротехнические и эксплуатационные показатели.

Вместе с этим, машина имеет свои недостатки: один из основных то, что неопытному механизатору трудно управлять хлопкоуборочной машиной, также механизатор не видит уборочные аппараты, вследствие чего ему трудно ориентировать машину вдоль грядки. Так же из-за заднего расположения управляемых колес машину трудно управлять, при начале движения не видно, в каком положении находятся колеса, при заезде в грядку механизатор не знает закончил ли он маневр или нет. Если управляемые колеса во время начало движения расположены поперек грядки, то возможен наезд на них, что может привести к потере урожая и срыву покрышек с дисков управляемых колес.

Во время движения, хлопкоуборочной машины по грядкам требует большой внимательности от механизатора, потому как он не видит, в каком положении находятся управляемые колеса. Также при езде в грядках ему мешает капот трактора, который уменьшает обзор из трактора, механизатору приходится во время работы ориентироваться на угол капота трактора, что приводит к усталости тракториста, а вместе с этим, ухудшается качество сбора хлопка, увеличивается сбиваемость урожая на землю.

Поэтому одним из важных эксплуатационных свойств ХУМ является управляемость и устойчивость направления движения, от которых зависит, в

значительной степени, производительность и агротехнические показатели, а также условия труда механика-водителя при обеспечении высокой точности вождения при сборе хлопка-сырца. Эффективность транспортной машины зависит от ее подвижности, определяемой совокупностью взаимосвязанных факторов, одним из которых является управляемость.

Улучшение управляемости ХУМ позволит уменьшить затраты физической и психической энергии механика-водителя на управление, а за счет повышения точности вождения повысить полноту сбора хлопка-сырца.

Работа посвящена улучшению управляемости ХУМ серии ХМ с расположением уборочных агрегатов за трактором с разработкой системой контроля положения управляемых колес.

Тема диссертации связана с программой НИР и ОКР по улучшению ХУМ серии ХМ проводимых в ТГТУ на кафедре «Сельхозмашиностроения».

Цель и задачи, степень разработанности проблемы Целью работы является улучшение управляемости ХУМ серии ХМ с расположением уборочных аппаратов за трактором, с разработкой системы контроля положения управляемых колес. За счет установки на ХУМ системы автоматического контроля положения управляемых колес можно будет обеспечить намного более точный заезд в рядки хлопчатника, а с установкой прицела на капот трактора, который будет обеспечивать облегченное вождение для тракториста в рядках хлопчатника.

Данной проблемой занимаются с 1959 года на ГСКБ, а также в компании “CASE”, потому как данная тематика очень актуальна во все времена. Одним из первых систему автоматического вождения (САВ) на базе колесного трактора разработала фирма Форд Мотор (США). Программой САВ служил рядок кукурузы. Известна так же САВ на базе хлопоуборочной машины, созданная в ГСКБ, по машинам для хлопководства. Она состояла из элементов: датчика с щупом; снабженным электро-контактным устройством, механического или электромеханического преобразователя, включающего электромагнит с

рычажным приводом. Также САВ устанавливали на кукурузоуборочный комбайн и на зерноуборочный комбайн. Лучшие результаты в этой области на данный момент времени у Американской компании «CASE», которая смогла за долгие годы работы по этой проблеме частично решить данный вопрос.

Объект исследования. Полунавесная хлопкоуборочная машина ХМ предназначена для сбора средневолокнистых сортов хлопка-сырца из раскрытых коробочек хлопчатника на полях с различными междурядьями с отвечающими требованиям машинного сбора

Научная новизна. Была исследована кинематика поворота хлопкоуборочной машины серии МХ, был установлен индуктивный датчик угла поворота на задний управляемый мост хлопкоуборочной машины. Угол поворота управляемых колес составляет 60° градусов, данный датчик ранее применялся на кукурузоуборочной машине и диапазон его составлял 30° градусов. В данной работе удалось его приспособить к хлопкоуборочной машине. Также по данной работе были сделаны методические указания по проведению лабораторных работ по автоматизации, спроектирован лабораторный стенд для снятия статической характеристики с индуктивных датчиков.

Практическая значимость. Разработаны рекомендации по улучшению управляемости хлопкоуборочной машины. Также данная тема очень актуальна в данный момент времени потому как поступило очень много просьб на «БМКБ-Агромаш» и на «АО-Ташсельмаш» по улучшению и облегчению вождения машины серии ХМ. Также, данная разработка отличается своей простотой в обращении и надежностью и своей оптимальной ценой.

Разработаны методики и программы расчета параметров САК, в частности характеристик индукционного датчика угла поворота.

Полученные данные могут использоваться и лабораторных целях при изучении датчиков. предложения по улучшению управляемости могут быть применены в производстве хлопкоуборочной машины серии ХМ.

Схемы и параметры САК положения управляемых колес переданы В ОАО «Ташсельмаш» и ОАО «БМКБ-Агромаш» для внедрение в опытную партию ХУМ серии ХМ.

Глава I. *Состояние вопроса.*

1.1. *Характеристики объекта исследования*

Хлопкоуборочная машина оборудована аппаратами многократной обработки кустов хлопчатника (МОКХ), со смещенными вертикально-шпиндельными барабанами, способствующими повышению полноты сбора хлопка-сырца.

Марка машины	ХМ-1,8		
Тип	Монтируемая на трактор		
Агрегатируемый трактор	МТЗ- 80ХА	ТТЗ- 80.11	ТТЗ- 100К.11
Ширина междурядий, см	90	90	90
Рабочая ширина захвата, м	1,8	1,8	1,8
Число обрабатываемых рядков, шт	2	2	2
Производительность за 1 час основного времени, га/ч			
- на I сборе			
- на II сборе			
Производительность за 1 час эксплуатационного времени, га/ч			
- на I сборе			
- на II сборе			
Потребляемая мощность, квт, не более	39/42	39/42	39/42
Удельный расход топлива, кг/га			
- на I сборе	18	18	18

- на II сборе	14	14	14
Габаритные размеры (с трактором), мм			
- длина	7480±80		
- ширина	3360±40	3360±40	3360±40
- высота, не более	4000±50	4000±50	4000±50
Габаритные размеры (без трактора), мм			
- длина	5350±80	5350±80	5350±80
- ширина	3060±40	3060±40	3060±40
- высота	4000±50	4000±50	4000±50
Продольная база, мм	3870±35	3870±35	3870±35
Колея по ведущим колесам, мм	1800615	1800615	1800615
Колея по направляющим колесам, мм	1800615	1800615	1800615
Дорожный просвет, мм, не менее	250	250	250
Масса хлопкоуборочной машины без трактора, кг	4300	4300	4300

1.1.1. Общее устройство машины.

Машина монтируется на специально подготовленный под навеску трактор, располагающийся в ее передней части, и выполнена по четырехколесной схеме с двумя задними направляющими колесами.

Основные части машины: уборочный аппарат, бункер, вентиляторы и воздухопроводы смонтированы на раме и вместе с ней составляют блок уборочного оборудования. Рама опирается на кожура полуосей трактора и соединяется с помощью растяжек с лонжеронами рамы трактора.

От уборочных аппарата в бункер хлопок-сырец подается системой пневмотранспорта.

Бункер опрокидывающегося типа, приспособлен для выгрузки хлопко-сырца в транспортные средства для бестарной перевозки.

Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности трактора через раздаточный редуктор.

Все части трактора, включая ведущие и направляющие колеса, соприкасающиеся с кустами хлопчатника, закрыты обтекателями, что уменьшает сбивание хлопка-сырца.

Машина оборудована гидросистемой, обеспечивающей:

- подъем и опускание уборочных аппарата;
- подъем, выгрузку и опускание бункера;
- управление поворотом направляющих колес;
- фиксацию заднего моста относительно рамы машины при выгрузке

хлопка-сырца из бункера.

Система электрооборудования позволяет с помощью фар работать в темное время суток.

Машина содержит один двухрядный блок аппарата.

Аппарат установлен на междурядье 90 см. Шпиндельные барабаны расположены друг относительно друга со смещением.

Для подъема кустов хлопчатника и направления их в рабочую щель, аппарат снабжены кустоподъемниками.

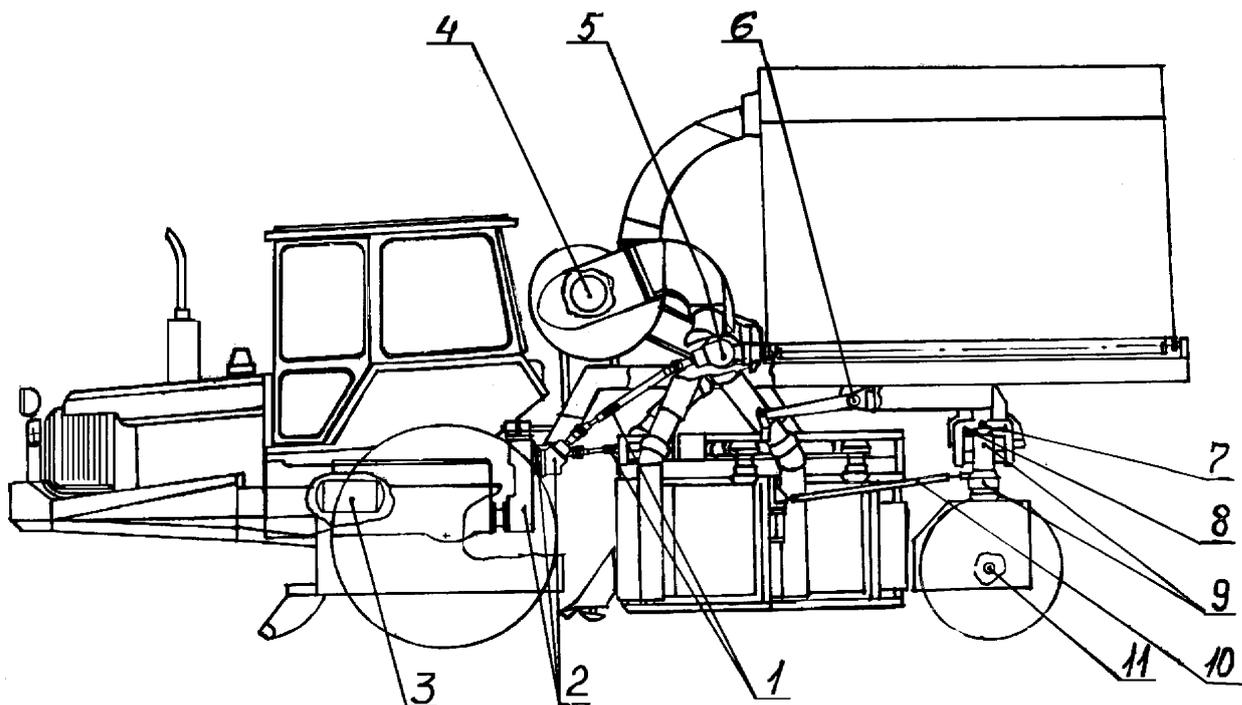


Рис. 1. Машина МХМ-1,8.

1- карданные валы; 2 –редуктора привода аппарата и вентилятора; 3 –бак гидросистемы; 4 – вентилятор; 5-редуктор вентилятора; 6-подвеска аппарата;7,8,9-механизм привода направляющих колес; !0-растяжка; 11- направляющие колеса.

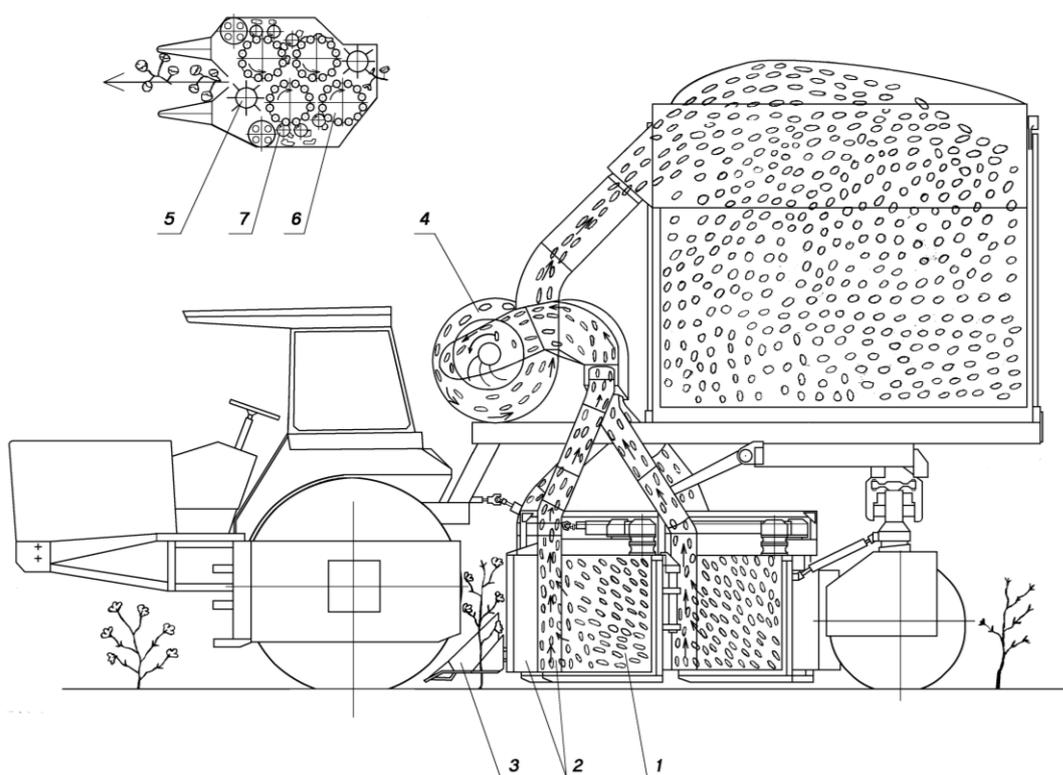
1.1.2.Работа изделия

При движении машины по полю кусты обрабатываемых рядков хлопчатника направляются кустоподъемниками 3 аппарата в рабочую камеру 2, образованную последовательно расположенными щитками, шпindelными 6 и колковыми 5 барабанами (рис.2).

Перемещаясь в рабочей камере, кусты последовательно подходят к шпindelным барабанам 6. При этом в зоне максимального обжатия куста барабанами, происходит захват хлопка-сырца из коробочек зубчатой поверхностью шпindelей. В увеличенном пространстве между вторым и третьим, относительно куста, шпindelными барабанами куст переформируется. Колковые барабаны 5, установленные на входе и выходе

аппарата, улучшают вод и вывод из него куста, дополнительно прижимают кусты к шпindelным барабанам, тем самым, увеличивая зону, где происходит захват шпинделями хлопка-сырца. Таким образом, каждый куст, проходя через аппарат, пять раз обрабатывается шпинделями.

В рабочей камере шпиндели, вращаясь в сторону, противоположную направлению вращения барабанов, зубчатой поверхностью захватывают хлопок-сырец из раскрытых коробочек и наматывают его на себя.



(Рис 2) Технологическая схема работы машины.

1 – аппарат уборочный; 2 – камера приемная; 3 – кустоподъемник; 4 – вентилятор; 5 – колковый барабан; 6 – шпindelный барабан; 7 – съемник

Вращаясь, барабаны выводят шпиндели с захваченным хлопком-сырцом из рабочей зоны обработки куста и подводят к щеточным съемникам, которые снимают со шпинделя хлопок-сырец и, перебрасывая от съемника к съемнику вдоль дверок аппарата в приемные камеры.

Из приемных камер хлопок-сырец по всасывающим трубопроводам подается вентиляторами 4 внутрь бункера на поверхность сепаратора.

Тяжелые примеси (земля, галечник, закрытые коробочки, ветки и т.п.) не транспортируются в бункер, а выбрасываются из окон приемных камер на землю. На поверхности сепаратора происходит отделение хлопка сырца от воздуха и мелкого сора (пыль, сухой лист).

1.2 Обзор работ проводимый по улучшению управляемости и устойчивости движения СХМ

Систематически исследования управляемости и устойчивости тракторов и сельхозмашин начались в 60-х годах. Большинство этих работ посвящено изучению кинематической и динамической поворотливости и управляемости тракторов и машинно-тракторных агрегатов (МТА)[7,13,20,21,22,25,31,33,40,41]

В этих работах указывается на важность этих эксплуатационных свойств, влияющих на агротехнические показатели работы, производительность и загруженность водителя, в особенности, при движении в междурядье, где требуются высокая точность вождения.

Эти базируются на методах теории устойчивости движения автомобилей, разработанных Я. М. Певзнером [29], Е. А. Чудаковым [43], Б. С. Фалькевичом [38] А.С.Литвиновым [54] и др. Это следует считать закономерным, так как к этому времени в автомобилестроении был накоплен значительный опыт и достигнуты определенные успехи в обеспечении требуемых характеристик управляемости.

Большое число работ было посвящено исследованию влияния скорости движения МТА на управляемость, устойчивость движения и агротехнические показатели [9,10,14,17,18,23,26].

Общим выводом этих работ является то, что для каждого из рассмотренных МТА существует свой определенный диапазон скоростей, при которых обеспечиваются наилучшие характеристики управляемости и устойчивости движения. Следует, однако, этом иметь в виду то, что эти

исследования проводились по различным методикам, в разных почвенно-климатических условиях, с применением различных оценочных измерителей управляемости и устойчивости движения.

Обзор литературы показывает, что до 70-х годов практически отсутствуют работы по исследованию управляемости и устойчивости движения сельхозмашин, в том числе хлопкоуборочных. Одной из причин этого является, на наш взгляд, то, что для некоторых сельхозмашин, например зерноуборочных и льноуборочных комбайнов, точность направления движения мало сказывается на агротехнические характеристики. В то же самое время, как будет показано ниже, вопросы управляемости и точности направления движения имеют важное значение для ХУМ, так как эти характеристики существенно влияют на полноту сбора хлопка с кустов.

Рядки хлопчатника как правило искривлены в плане их искривленность рядков носит случайный характер, хотя и содержит периодические составляющие. Причиной искривленности рядков являются неточность управления МТА при севе и культивации хлопчатника оказывают важное влияние на агротехнику хлопчатника вопросам улучшения управляемости и устойчивости движения хлопководческих МТА уделяется большое внимание. Этим вопросам посвящены работы Ю.Л.Колчинского [18], О.В.Лебедева [23], А.Х.Хамидова [42], И.Марупова [26], М.Т.Тошболтаева [35], Г.Г.Расулова [30] и др.

Важным фактором, оказывающим влияние на управляемость и устойчивость движение машин, является рулевое управление. Изучение вопросов влияния гидроусилителя рулевого управления на управляемость и устойчивость движения посвящены работы Л.Л.Гинбурга [12], О.В.Лебедева [23], В.И.Фортуна [40], Г.Е.Топилина [34] и др. О.В.Лебедевым [23] проведены всесторонние экспериментальные и теоретические исследования по разработке гидроусилителя рулевого управления хлопководческих тракторов.....

В последние годы большое распространение на тракторах и сельхозмашинах, в том числе хлопкоуборочных, получают гидрообъемные тины рулевых управлений. Анализ литературных источников показывают, что рабочие процессы и режимы работы ОГРУ и влияние на эксплуатационные свойства тракторов изучены недостаточно. В этом направлении имеются небольшое число работ, посвященных анализу устойчивости работы и обоснованию схем и основных параметров привода [16]

Вопросы применения гидрообъемного привода рулевого управления на хлопководческих тракторах и ХУМ рассматривались в ряде работ кафедры «Автомобили» ТАДИ [15]

Влияние ОГРУ на управляемость, устойчивость движения МТА и ХУМ требует решения ряда задач, в числе которых входят разработка оценочных измерителей управляемости, устойчивости и точности направления движения ХУМ и разработка методов испытаний. Поэтому большое число работ посвящено выбору оценочных параметров управляемости и устойчивости движения [4,6,19,]

Однако к настоящему времени не разработаны нормативные документы (ГОСТ или ОСТ) на методы испытаний и оценки управляемости и устойчивости движения ХУМ и хлопководческих МТА. Поэтому при исследовании для оценки характеристик управляемости и устойчивости движения ХУМ и МТА применяются разнообразные измерители [5,6,12,20,24,27,] др.

Рассмотрение этих работ показывает, что с разными исследователями применяются при решении сложных задач различные оценочные измерители управляемости и устойчивости движения. Наиболее последовательно вопросы оценки управляемости и устойчивости движения решены в автомобилестроении и отражены в отраслевой нормали ОН 025319-68 «оценочные параметры управляемости [28]

Нормалью предусматриваются определение параметров управляемости автомобиля и определение характеристик автомобиля, оказывающих непосредственное влияние на управляемость. С той целью предусмотрено несколько видов испытаний, в том числе испытания на определение параметров управляемости при движении по прямой («курсовая устойчивость»), определение динамической поворачиваемости (форма траектории- синусоида).

Для оценки управляемости автомобиля при движении по прямой рекомендуется два оценочных измерителя: средне интегральная скорость бокового смещения V_{α} , характеризующая соответствие направления движения автомобиля заданному, и средне интегральная угловая скорость поворота рулевого колеса W_{α} , оценивающая работу водителя по поддержанию заданного направления движения.

Эти измерители использовались в ряде работ по исследованию управляемости и устойчивости движения хлопководческих МТА и ХУМ [15,30,42]

Характерной чертой большинства теоретических исследований вопросов управляемости и устойчивости движения и кинематики поворота МТА, является боковое допущение о боковой жесткости шины, несминаемости грунта в поперечном направлении, что значительно упрощает анализ, но в ряде случаев вносит значительные ошибки в результаты.

В работах И.Б.Барского [46] , и др. отмечается существенное влияние упругости шин на динамику и кинематику МТА. Особо большой объем экспериментальных исследований по определению характеристик увода тракторных шин был проведен В.П.Бойковым [47]

Наиболее корректный подход в теоретических исследованиях устойчивости и управляемости сельхозмашин был дан Л.В.Гячевым [48] , который при описании бокового движения колеса отошел от широко распространенной гипотезы «бокового увода». Гипотеза бокового увода,

широко принимая в автомобилестроении и корректная при больших скоростях и малых частотах поворота управляемых колес, может при изучении управляемости и устойчивости движения тракторов и сельхозмашин давать не только количественные, но и качественные неверные результаты.

Это связано с тем, чем меньше скорость перекачивания шины, тем больше проявляется её инерционность, т.е. запаздывание между углом увода и поперечной реакцией, действующей на колесо. Поэтому в более поздних работах по управляемости и устойчивости движения тракторов и сельхозмашин при описании бокового увода шин стали использовать уравнение кинематических связей, области целесообразно применения которых обоснованы в работах [49]

Для многорядных ХУМ, имеющих массу 8...10 тонн, влияние увода шин и сминаемость грунта в поперечном направлении становится особенно заметным. Поперечные колебания машины на шинах практически трудно демпфировать поворотами рулевого колеса. Поэтому большая часть неконтролируемых водителем курсовых отклонений приходится не поперечные колебания машины на шинах. Причины поперечных колебаний МТА на шинах и их количественная оценка была дана в работе Г.Г.Расулова [30]

С целью уменьшения поперечных колебаний ХУМ, повышения устойчивости движения некоторыми авторами предлагалась установка динамического гасителя колебаний на машине[24]. Недостатком подобного решения является заметное увеличение массы машины.

На наш взгляд уменьшение поперечных колебаний машины на шинах должно решаться рациональным выбором параметров подвески аппаратов и др. эта проблема ещё не решена при конструировании ХУМ.

Одной из первых работ, посвященных влиянию точности управления ХУМ на полноту сбора хлопка явилась работа И.Н.Азарова [1], выполненная в ГСКБ по машинам для хлопководства. Им было показано, что точность ориентации уборочных аппаратов по отношению к кустам хлопчатника

оказывает заметное влияние на полноту сбора с кустов и количество сбиваемого на землю хлопка. И.Н.Азаровым были получены эмпирические формулы, позволяющие вычислить общие потери полноты сбора в зависимости от среднеквадратичных отклонений рабочей щели аппаратов от середины рядка хлопчатника.

В качестве решения проблемы обеспечения точности управления и облегчения работы водителя И.Н. Азаровым была предложена система автоматического вождения машиной на гоне.

В работах А.Д. Глущенко, Р.Н. Матчанова, разработан целый ряд подвесок для аппаратов, защищенных авторскими свидетельствами [27]

Вопросы рабочего процесса и оптимитизации параметров уборочных аппаратов ХУМ, решалась в работах, проводимых, в институте механике и сейсмостойкости АН р. Узбекистан под руководством Х.Х. Усманходжаева и А.Д. Глущенко, ТГТУ в работах А.С. Садриддинова и А.Д. Абдазимова [32]

Вопросами влияния компоновки ХУМ на агротехнические и динамические характеристики посвящены работы А.Б. Газизбекова И М.Ш. Тошболтаева [35]

По исследованиям проводимым Хошимовым и Тургенбаевым [50] было замечено, что движение машины по неровной опорной поверхности сопровождается непрерывными случайными отклонениями управляемых колес от их нейтрального положения, соответствующего прямолинейному движению.

Пусть под действием внешних сил управляемые колеса повернутся на некоторый угол θ . При этом направление боковой реакции Y , действующий на управляемое колесо определяется положением мгновенного центра абсолютного вращения машины ω_a , которая определяет алгебраический суммой относительной ω_o , и переносной ω_p угловых скоростей поворота колеса и машины. Величина относительной угловой скорости ω_o зависит от скорости поворота рулевого колеса. Для машины с передним управляемыми колесами в начале поворота направление относительно ω_o и

переносной ω_p угловой скорости совпадают, (рис 1.3.) поэтому центр абсолютного вращения будет лежать на отрезке, соединяющем центры относительного и переносного вращения, в точке O .

Направление боковой силы Y_1 положением мгновенного центра абсолютного вращения и направлена от центра переносного вращения. При выходе из поворота направление относительного вращения не совпадает с переносным, но боковая реакция будет иметь то же самое направление, что при входе в поворот. Следовательно, момент от боковой реакции Y будет всегда положительным.

При движении машины с задним расположением управляемых колес, (Рис. 1.4.) после случайного поворота управляемых колес на некоторый угол θ , направление относительного ω_o и переносного ω_p угловых скоростей вращений направлены в разные стороны. В следствии, большой инерции машины, поворот машины начинается не сразу, а по истечении некоторого времени τ , которое, обычно, называют временем реакции машины на управление. После поворота управляемого колеса в течении периода времени, меньшего τ , машина не поворачивается и его переносная угловая скорость ω_p равна нулю, а мгновенный центр поворота будет лежать в точке O_1 . Боковая сила Y_2 , направлена от мгновенного центра поворота O_1 .

По истечении времени τ начнется поворот машины и в дальнейшем переносная угловая скорость ω_p станет больше относительной ω_o , а мгновенный центр поворота переместится в точку O_2 . Боковая сила Y_2 , переменит свое направление на противоположное Y_2'

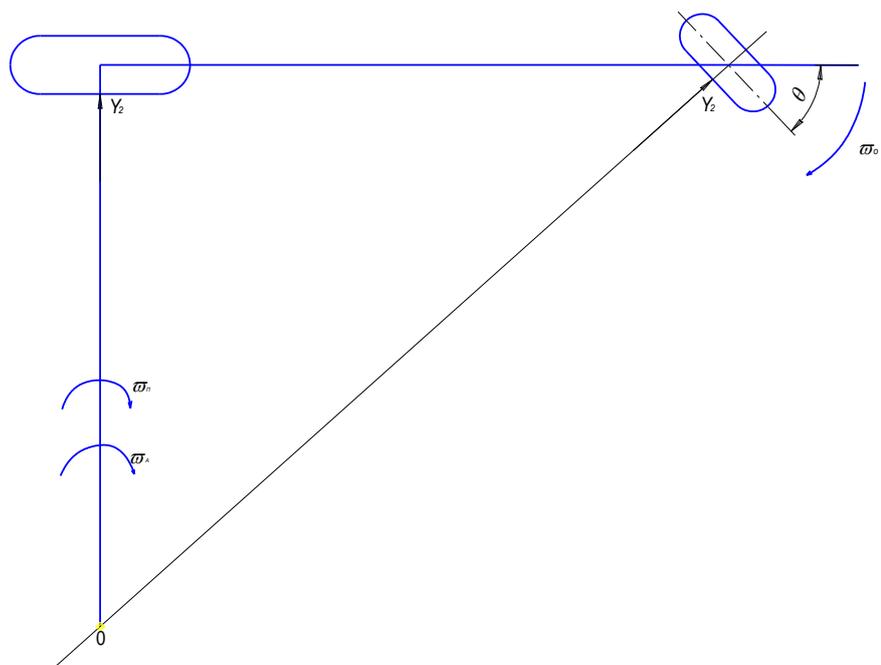


Рис.1.3. Направление боковых реакций при случайном повороте переднего колеса.

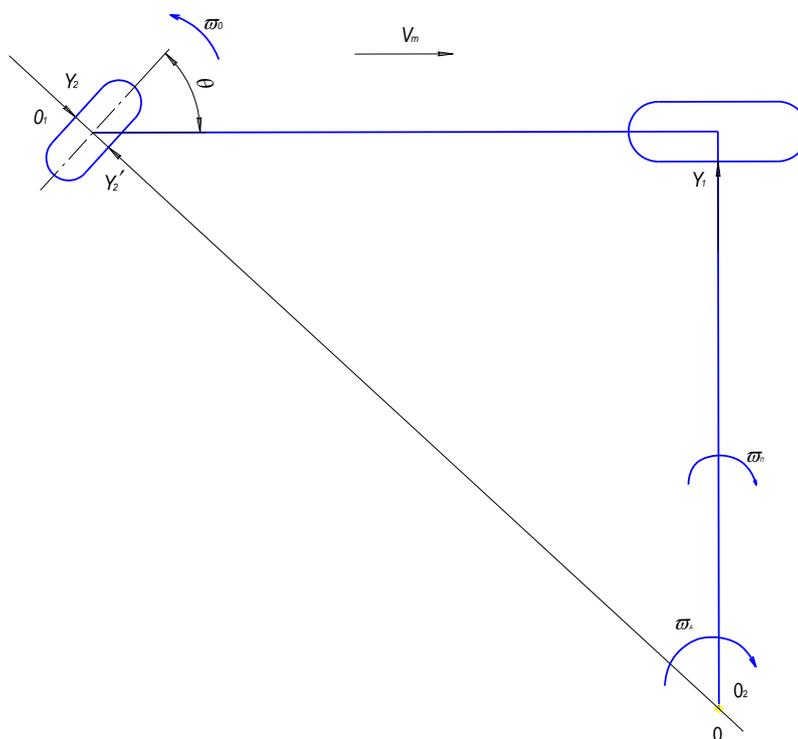


Рис.1.4. Направление боковых реакций при случайном повороте заднего управляемого колеса

При отсутствии выноса оси управляемого колеса, на колесо будет действовать момент, обусловленный качением шин с уводом. Как известно, при качении шины с уводом равнодействующая элементарных боковых реакций смещается назад по ходу движения машины, приблизительно, на $1/6$ длины контактной площади. Поэтому момент от смещения назад по ходу движения боковой реакции, будет стабилизирующим, когда угловая скорость поворота управляемого колеса ω_0 больше угловой скорости поворота машины больше угловой скорости поворота управляемого колеса ω_0 .

При смещении оси управляемого колеса вперед по ходу движения машины надлюдается обратная связь, в начальной стадии поворота (когда, $\omega_0 > \omega_п$) – будет действовать дестабилизирующие моменты, и во второй тадии поворота (когда, $\omega_0 < \omega_п$) – стабилизирующие.

Если вынос оси управляемого колеса осуществлять назад по ходу движения машины, то в первой поворота на управляемое колесо будут действовать стабилизирующие моменты, а во второй стадии поворота – дестабилизирующие моменты.

Таким образом, ни при каком положении выноса оси задних управляемых колес не удастся на всех стадиях поворота получить на управляемых колесах не удастся на всех стадиях поворота получить на управляемых колесах стабилизирующие моменты.

Наиболее важным фактором, обуславливается худшие характеристики устойчивости прямолинейного движения машины с задними управляемыми колесами являются особенности стабилизации задних управляемых колес. В тоже время вопросы стабилизации управляемых колес и устойчивости движения машины с задним расположением управляемых колес изучены недостаточно полно и требуют дальнейших исследований.

В своей работе Турганбаев разобрал конструктивные параметры ХУМ и зависимость их устойчивость и управляемость.

В своих работах Шеповалов В.Д. и Литвинов А.С. [24,44] подробно рассматривают влияния подвески в целом на управляемость и устойчивость автомобиля.

На колесо автомобиля, взаимодействующее с опорной поверхностью, действуют силы, которые удерживают машину на дороге, передвигают и останавливают его, заставляют изменить направление движения. В процессе взаимодействия колеса с опорной поверхностью в различных направлениях деформируется как колесо, так и опорная поверхность. В зависимости от соотношения деформации колеса и опорной поверхности возможны следующие условные виды движения колеса:

1. эластичного (деформируемого) колеса по недеформируемой поверхности;
2. жесткого (недеформируемого) колеса по деформируемой поверхности;
3. деформируемого колеса по деформируемой поверхности.

К первому виду движения можно относить случаи, когда деформация опорной поверхности значительно меньше деформации шины, что наиболее характерно для автомобиля как транспортного средства, предназначенного для движения по дорогам с твердым покрытием.

Второй вид движения наиболее часто наблюдается при работе автомобиля на рыхлых или болотистых почвах, при движении автомобиля по снежной целине или сыпучему песчаному грунту.

В некоторых условиях деформации колеса и опорной поверхности соизмеримы, например, при движении автомобиля с пониженным давлением воздуха в шинах по грунтам с малой несущей способностью (пашня, размокший грунт и др.).

Колесо автомобиля может катиться прямолинейно (при прямолинейном движении автомобиля) или криволинейно (при повороте автомобиля). Ниже

рассматривается прямолинейное движение автомобильного колеса по недеформируемой поверхности. При этом считается, что все силы и моменты, действующие на колесо, располагаются в вертикальной плоскости.

Особенности работы колеса в других условиях движения будут рассмотрены нами позднее.

Пневматическая шина представляет собой оболочку, наполненную сжатым воздухом. При качении колеса по дороге происходит деформация этой оболочки и проскальзывание элементов протектора относительно поверхности дороги.

Размер автомобильного колеса в свободном, ненагруженном состоянии характеризуется *свободным радиусом* r_c . Свободный радиус колеса — половина наружного диаметра D_n ;

$$r_c = 0.5 D_n \quad (1.1.)$$

Под ***наружным диаметром*** колеса понимается диаметр наибольшего окружного сечения беговой дорожки колеса при отсутствии контакта с дорогой. Наружный диаметр колеса зависит от давления воздуха в шине и, как правило, возрастает с его увеличением, определяется непосредственно замером. Значение наружного диаметра колеса при номинальном давлении воздуха в шине указывается в ГОСТах или каталогах.

При действии на колесо вертикальной нагрузки происходит деформация части шины, соприкасающейся с опорной поверхностью. При этом расстояние от оси колеса до опорной поверхности становится меньше свободного радиуса. Это расстояние, замеренное у неподвижного колеса, называется ***статическим радиусом*** $r_{ст}$. Статический радиус при номинальных нагрузках и давлении воздуха в шинах также указывается в их характеристиках. Обычно шины конструируют таким образом, чтобы при номинальных нагрузке и давлении прогиб шины составлял 13... 20 % от высоты профиля. Статический радиус при

известных конструктивных параметрах шин можно находить из соотношения:

$$r_{cm} = 0,5d + \square_z H, \quad (1.2)$$

где d — посадочный диаметр обода шины;

\square_z — коэффициент вертикальной деформации, зависящий от типа шин:

для тороидных шин $\square_z = 0,85 \dots 0,87$;

для шин с регулируемым давлением и арочных $\square_z = 0,8 \dots 0,85$;

H — высота профиля.

При качении нагруженного колеса в силу ряда причин (динамическое действие нагрузки, передаваемый колесом крутящий момент, скорость вращения и др.) расстояние между осью колеса и опорной поверхностью меняется. Это расстояние называют *динамическим радиусом* r_d . При качении колеса по твердой опорной поверхности с малой скоростью статический и динамический радиусы его практически одинаковы. Поэтому при приближенных расчетах динамический радиус часто принимают равным статическому.

Радиус качения колеса можно представить как радиус условного недеформируемого кольца, которое, катясь без скольжения, совершит число оборотов и пройдет путь, одинаковый с реальным колесом. Радиус качения колеса является условной величиной и непосредственно не связан с его размерами. Он определяется как отношение поступательной скорости колеса к угловой скорости его вращения $r_k = v_x / \square_k$. (1.3.) При качении колеса на него могут действовать крутящий момент и толкающая сила. Если колесо катится под действием только толкающей силы, такое колесо называют *ведомым*. **Радиус качения колеса в ведомом режиме** r_{k0} не равен его свободному радиусу, поскольку при действии на шину вертикальной нагрузки происходит сжатие протектора в тангенциальном направлении по нижней полуокружности шины.

Поэтому периметр колеса в нагруженном состоянии оказывается меньше периметра свободного колеса. Этому способствует и то, что точки протектора, находящиеся на различном расстоянии от центральной плоскости колеса, имеют неодинаковые относительные скорости. Поэтому в зоне контакта тангенциальные деформации шины оказываются различными также и по ее ширине. Характер изменения радиуса колеса в ведомом режиме от нагрузки показан на (рис. 1.5.)

При номинальном давлении и нагрузке радиус качения колеса в ведомом режиме больше его статического радиуса и меньше радиуса колеса в свободном состоянии. При расчетах его можно принимать равным $0,95..0,97$ свободного радиуса.

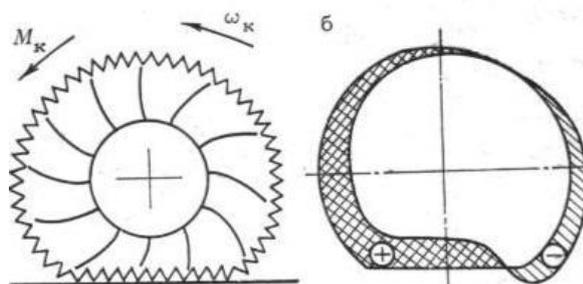


Рис.1.5 . Деформация шины (а) и эпюра напряжений в протекторе (б) при приложении к колесу крутящего момента: + — зона сжатия; - — зона растяжения

Реальное автомобильное колесо в тангенциальном направлении не является абсолютно жестким. Под воздействием передаваемого крутящего момента протектор деформируется в тангенциальном направлении. Если направление передаваемого момента совпадает с направлением угловой

скорости колеса, элементы шины, находящиеся в набегающей полуокружности, подвергаются сжатию, а с противоположной стороны — растяжению, как это показано на рис.

Элементы шины, находящиеся в контакте с опорной поверхностью, нагружены в тангенциальном направлении неодинаково: элементы, входящие в контакт, сжимаются, а выходящие — растягиваются. При возрастании передаваемого крутящего момента увеличивается площадь, в пределах которой происходит проскальзывание шины относительно дороги.

Перемещение части точек колеса, находящийся в контакте с дорожным покрытием, относительно опорной поверхности, когда в зоне контакта есть точки, неподвижные относительно этой поверхности, называется упругим проскальзыванием колеса. Одновременно же перемещение всех находящихся в контакте точек колеса называется скольжением колеса.

Вследствие упругого проскальзывания или скольжения путь, проходимый колесом за один оборот, оказывается меньшим, чем путь, проходимый в ведомом режиме. При возрастании передаваемого крутящего момента увеличивается тангенциальная деформация шины и скольжение, а путь, проходимый колесом за один оборот, уменьшается. В соответствии с принятым выше определением, уменьшение пути центра колеса за определенное число его оборотов равносильно уменьшению радиуса качения. Если направление передаваемого момента будет противоположным направлению угловой скорости вращения колеса (тормозящее колесо), при увеличении момента радиус качения будет возрастать.

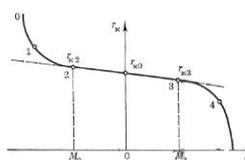


Рис.1.6. Зависимость радиуса качения от крутящего момента.

Зависимость радиуса качения колеса от передаваемого ему крутящего момента показана на (рис.1.6 .) На участке 2—3 радиус качения линейно зависит от передаваемого момента, и его изменение определяется упругим проскальзыванием колеса. Акад. Е. А. Чудаковым, [43] впервые установившим эту зависимость, предложена следующая формула для нахождения радиуса качения по передаваемому колесу моменту:

$$r_k = r_{k0} - \square_t M_k \quad (1.4)$$

где r_{k0} — радиус качения при нулевом крутящем моменте, который соответствует радиусу качения колеса в ведомом режиме;

\square_t — коэффициент тангенциальной эластичности шины, зависящий от типа и конструкции шины.

Трактор должен устойчиво сохранять направление движения, не отклоняясь от него под действием случайных сил, противостоять опрокидыванию и скольжению шин . Вместе с тем трактор должен быть управляемым и легко изменять направление движения по желанию водителя, не вызывая сильного его утомления.

Кинематика поворота автомобиля. Движение автомобиля на повороте состоит из трех фаз

Фаза входа в поворот . Водитель поворачивает управляемые колеса из нейтрального положения и автомобиль, двигавшийся в начале прямолинейно, движется по кривой уменьшающегося радиуса.

Фаза поворота. Управляемые колеса машины повернуты на определенный угол, и автомобиль движется по дуге окружности.

Фаза выхода из поворота. Водитель возвращает колеса в нейтральное положение, автомобиль движется по дуге, увеличивающегося радиуса. В конце этой фазы автомобиль снова движется прямолинейно.

При отсутствии увода и скольжения колес вектор скорости v середины задней оси параллелен плоскостям колес. Следовательно, мгновенный центр скоростей автомобиля O , расположенный на пересечении перпендикуляров к векторам скоростей v и v_l средних точек у обеих осей автомобиля, находится на продолжении задней оси. Средний угол поворота передних колес и радиус кривизны R траектории, описываемой серединой задней оси автомобиля (точка B), связаны равенством.

Пусть в начальный момент точка B совпадала с началом координат, а в момент времени t продольная ось автомобиля составила с прежним направлением движения угол α (курсовой угол). После поворота автомобиля еще на угол β точка B опишет дугу, длина которой s . При движении автомобиля со скоростью v м/сек дуга.

полученные выражения для анализа кинематики поворота автомобиля. Для упрощения выкладок примем, что водитель поворачивает передние колеса с постоянной угловой скоростью. Тогда угол α изменяется пропорционально времени. Продольное перемещение автомобиля, выполняющего поворот, можно при принятых допущениях считать пропорциональным времени, т. е. равномерным. Поперечное же смещение (вдоль оси y) пропорционально кубу времени и увеличивается весьма быстро. Исключив из последних двух равенств время t , найдем уравнение траектории точки B : Таким образом, при равномерном движении и постоянной угловой скорости поворота управляемых колес середина задней оси автомобиля описывает кубическую параболу. Поэтому при проектировании и строительстве дорог кривые с переменным радиусом часто выполняют в виде кубической параболы.

В конце входа автомобиля в поворот передние колеса повернуты на угол таким образом, при равномерном движении и постоянной угловой скорости поворота управляемых колес середина задней оси автомобиля описывает кубическую параболу. Поэтому при проектировании и строительстве дорог кривые с переменным радиусом часто выполняют в виде кубической параболы.

В конце входа автомобиля в поворот передние колеса повернуты, время движения автомобиля в первой фазе, *сек.* Координаты точки *B*, в конце первой фазы можно считать равномерным и во время выхода его из поворота; поэтому продольное смещение x_2 вдвое больше, чем x_1 . Поперечное же смещение в фазе выхода автомобиля из поворота увеличивается быстрее, чем во время первой фазы, и к началу прямолинейного движения в шесть раз превышает смещение y_1 конца первой фазы. Курсовой угол в конце первой фазы вдвое меньше угла соответствующего началу прямолинейного движения автомобиля.

Соотношение углов поворота управляемых колес. При движении автомобиля без увода и скольжения векторы скоростей всех колес совпадают с плоскостями последних. Мгновенный центр скоростей *O* находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных к этим скоростям. Для выполнения этого условия угол поворота управляемого наружного колеса должен быть меньше угла поворота внутреннего колеса.

Поворот управляемых колес на различные углы осуществляется рулевой трапецией, которая, однако, не может обеспечить точного выполнения условия. Поэтому трапецию конструируют так, чтобы данное равенство выполнялось при малых углах поворота, наиболее часто встречающихся в эксплуатации. При углах поворота до 15° можно принять и в расчетах использовать средний угол, равный полу сумме этих углов.

У автомобиля с эластичными шинами угол поворота внешнего колеса меньше отличается от угла, чем у трактора с жесткими шинами. Это означает,

что у трактора с шинами, эластичными в поперечном направлении, рулевая трапеция по своей форме должна приближаться к прямоугольнику.

Следовательно, у медленно движущегося автомобиля с эластичными шинами рулевой привод должен обеспечивать такое же соотношение углов поворота колес, как и у трактора с жесткими шинами. Однако по мере увеличения скорости это соотношение должно изменяться и тем больше, чем больше скорость трактора. Требуемое соотношение углов и у автомобиля с эластичными шинами может быть выполнено только при дополнении рулевого привода автоматической регулировкой, что весьма усложнит его конструкцию.

Поперечная сила, действующая на автомобиль при повороте. Для анализа устойчивости и управляемости автомобиля необходимо знать величину действующей на него поперечной силы, стремящейся изменить направление его движения. При повороте автомобиль такой силой является боковая составляющая центробежной силы. [43,44]

1.3. Обзор и анализ работ проводимый по оснащению САК направления движения СХМ.

С целью улучшения управляемости хлопкоуборочной машины в грядках по предложению Азарова И.Н. [1] был установлена на машину система автоматического вождения (САВ), которая хорошо себя зарекомендовала, но в массовое производство данную систему не запустили из-за того, что данная система считается дорогостоящей.

Настоящее время показало что для нашего рынка требуется машина не дорогостоящая и с хорошими агротехническими показателями, на «БМКБ-Агромаш» была выпущена полунавесная хлопкоуборочная машина, которая навешивается на трактор, не изменяя направления движения трактора. Данная машина хорошо зарекомендовала себя, данная машина имеет задний управляемый мост, её трудно управлять неопытному водителю-механизатору.

На кафедре «Сельхозмашиностроения» ТГТУ, было предложено установить систему автоматического контроля, угла поворота управляемых колес хлопкоуборочной машины. Ранее отечественную хлопкоуборочную машину не оснащали системами автоматического контроля, автоматизация ХУМ оставалась на бумаге и в массовое производство не запускалась.

Для эффективной работы МСХМ необходимо обеспечить измерение, учет и контроль их параметров, защиту основных механизмов, регулирование и управление машинами в целом. При этом сама МСХМ (рабочий орган, происходящее с ним событие или выполняемый процесс) представляет собой объект контроля, учета и т.д., соединение её со средствами или устройствами регулирования, защиты и т.п. – соответствующую систему измерения, управления и т.д.. Иногда при сложности устройств (включают радиосвязь, телеуправление и т.д.) их набор называют системой совокупность объекта и управляющего (контролирующего) устройства.

Требования к САК вытекают из особенностей работы МСХМ, а также условий получения и использования информации. В общем виде их можно сформулировать так.

Системы должны быть максимально унифицированные и универсальными, чтобы номенклатура их была минимальной. От этого зависит условия эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Развитие должно основываться на универсализации, введение новых элементов и блоков, а не на замене новыми системами.

Они должны контролировать максимальное число объектов.

Быть пригодными к работе с машинами, содержащими различные по числу и параметрам рабочие органы. Небольшое число объектов должно контролироваться малым числом датчиков.

Выдавать информацию, необходимую для принятия немедленных решений.

Информация должна быть максимально обработана и минимальна по объему. При возможности должна выдаваться двоичная информация. При нарушении контролируемого параметра она должна поступать без вмешательства оператора; большая по объему информация может выдаваться по запросу.

Индикаторы должны размещаться на рабочем месте оператора. При большом количестве контролируемых объектов часть индикаторов может располагаться вблизи объектов.

Обязательно должны использоваться звуковые индикаторы, они привлекают внимание оператора к визуальной информации, подаваемой САК, что дает возможность наблюдать за параметрами, не контролируемые САК. Уровень звукового сигнала должен превышать уровень шума минимум на 6 дБ, т.е. быть выше 75 дБ.

С визуальных индикаторов должна подаваться качественная и количественная информация от объекта или группы объектов. Для воспроизведения качественной информации, следует применять дисплей на который выводится вся информация с звуковым сигналом, потому как при попадании прямого солнечного света ухудшается просматриваемость на дисплее. Если цифровые индикаторы используются для количественной информации (как индикаторы номера объекта попавшего в аварийную ситуацию), то при большом числе контролируемых объектов существует вероятность одновременно высвечивания номеров нескольких объектов. В этом случае показания индикатора становятся неопределенными.

Надежность САК должна значительно превышать надежность МСХМ, для которых она предназначена. При определении максимального срока службы САК необходимо исходить из ресурса МСХМ. С учета того, что МСХМ работают сезонно.

Оператор МСХМ должен иметь возможность проверять и контролировать работу САК. Такую проверку нужно проводить в начале

рабочего дня и при выявлении отклонений. Желательно для контроля САК оснастить простым и надежным тестирующим устройством.

Информация о дефектах, выявленных при работе МСХМ, должна сохраняться, фиксироваться во время остановки машины до устранения дефекта и стираться, когда машина придет в движение.

При аварийной остановке МСХМ все контрольные каналы САК, кроме сработавшего, должно быть заблокированы, чтобы предотвратить индикацию ложной информации, получаемой из-за прекращения работы МСХМ.

Легко монтироваться и демонтироваться, особенно на прицепных и навесных машинах, с которых она должна демонтироваться после каждой кампании.

САК классифицируются от характера контролируемого процесса (периодический, квазипериодический, случайный), вид его (дискретный, аналоговый), использованная база.

САК можно классифицировать также в зависимости от характеристик объектов МСХМ или самих САК. Примем первый способ классификации, так как он связан с более общими особенностями САК. Но чтобы можно одновременно охватить и разделить конкретные САК, в некоторых случаях следует использовать и второй способ. При этом надо иметь в виду, что одна система, как правило, обслуживает более одного объекта. За этот тип массовый. принят самый

САК можно классифицировать в зависимости от вида МСХМ так (рис 1.7), для почвообрабатывающих машин, сеялок, машин для внесения удобрений и гербицидов, для опрыскивания посевов (для кратности-машины для внесения материалов), уборочных машин, тракторов.

САК должны контролировать большое количество однотипных (или однотипно контролируемых), объектов. Среднее число таких объектов, например на уборочных машинах составляло в 1995г. $n_{cp}=9$.

Технико-экономические показатели системы в значительной степени зависят от вида контроля (последовательный или параллельный) [12]. Для его определения могут быть применены различные критерии: временной, экономической, критерий «надежности» и т.д. в зависимости от характера процесса, выполняемого контролируемым объектом МСХМ.

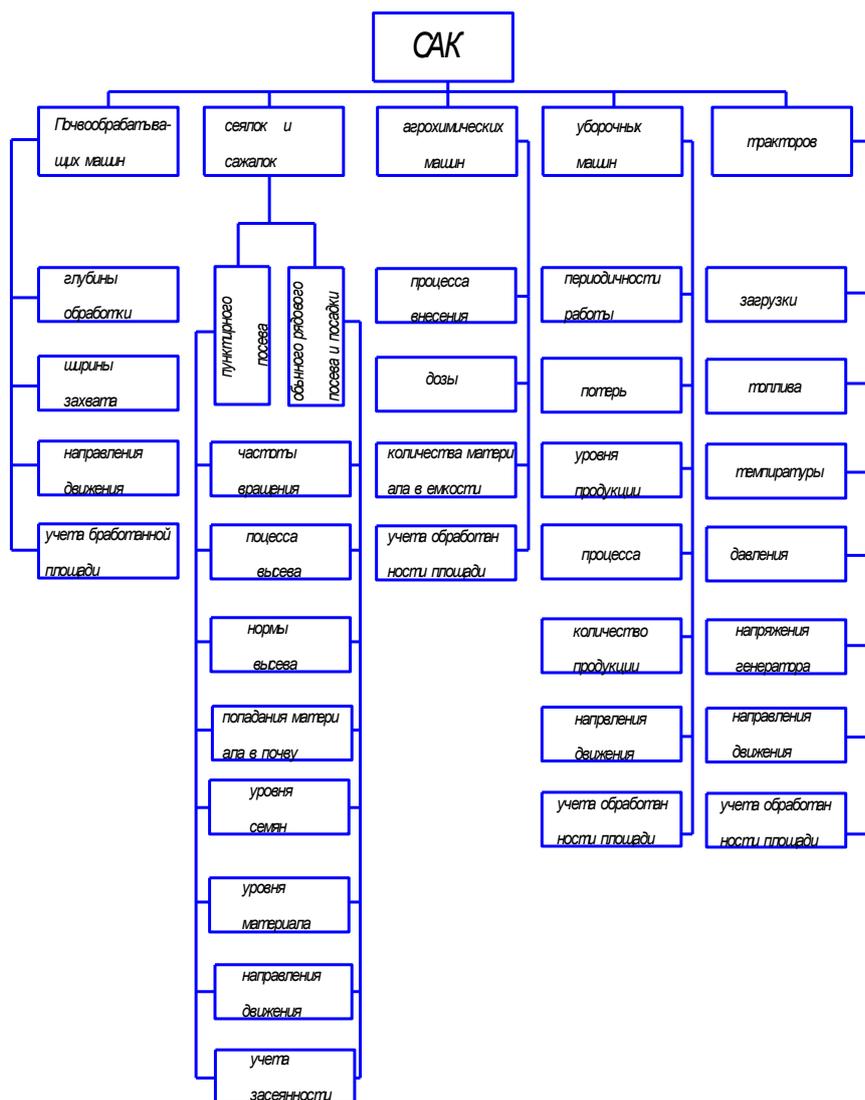


Рис. 1.7. Классификация САК для пяти основных классов.

Для примера рассмотрим уборочные машины (основной контролируемый параметр их – верхний предел периода функционирования рабочих органов), используется временной критерий. Он может быть

выражен интервалом $T_{ост}$, равным времени от возникновения необходимости остановки до её реализации:

$$T_{ост} = T_{сак} + T_{в} + T_{упр} + T_{и}, \quad (1.5.)$$

Где $T_{сак}$ – интервал времени прохождения через САК информации о необходимой остановке; $T_{в}$ – интервал времени приема информации до остановки; $T_{упр}$ – интервал управляющего воздействия для остановки МСХМ; $T_{и}$ – интервал движения МСХМ по инерции после торможения.

В уборочных машинах контролируемые рабочие органы снабжены предохранительными устройствами (штифтовыми, фрикционными и т.п.), которые приводятся в действие при минимальном, чтобы перегрузки не отразились на МСХМ. Кроме того, в интервал $T_{ост}$ МСХМ практически не убирает продукции, что ведет к потерям.

Из составляющих $T_{ост}$ только интервал $T_{сак}$ зависит от типа системы контроля, поэтому влияние на $T_{ост}$ нужно уменьшить до минимума:

$$T_{САК} < (T_{в} + T_{упр} + T_{и}). \quad (1.6.)$$

Так как значение $T_{в}$, $T_{упр}$ и $T_{и}$ в сумме не превышают 30%, то

$$T_{САК} < 0,3(T_{в} + T_{упр} + T_{и}). \quad (1.7.)$$

Обычно сигнал остановки принимает оператор МСХМ. Все САК подают звуковой сигнал при отклонении параметров контролируемого объекта. В некоторых системах (например, УСАК-Б и УСАК-В) номер объекта, в котором обнаружена неисправность, оператор запоминает, в более современных системах (GDRT-32, SCAN и др.) это делается автоматически.

Следовательно, в общем случае

$$T_{во} = T_{взв} + T_{всв}, \quad (1.8.)$$

Где $T_{во}$ - интервал приема оператора (равный $0 \dots 0,45c$); $T_{вzv}$ – интервал приема звукового сигнала ($0,15c$); $T_{вsv}$ – интервал поиска, восприятия и запоминания светового сигнала ($0,30c$).

При автоматическом управляющем воздействии (исполнительный орган электромеханический или электрогидравлический) $T_{упр} \approx 0,1c$.

Интервал зависит от массы M , скорости движения x в момент начала торможения и тормозного усилия $F_{тор}$, M и ускорение a связаны зависимостью

$$F_{тор} = Ma. \quad (1.9.)$$

Поскольку M постоянна, то с достаточной для расчетов точностью можно принять $F_{тор} = const$ при $a = const$.

Режим торможения машины при скорости x

$$dx = -adt. \quad (1.10.)$$

В рассматриваемых САК контролируется как линейная x , так и угловая ω скорости рабочих органов, представляющие собой аналоговые величины, почти постоянные при нормальной работе и значительно уменьшающихся при перегрузках. По некоторым причинам, в том числе экономическим, величинам x и ω контролирует с помощью параметра $T_{рон}$ номинального периода рабочего органа.

При определении $T_{сак}$ принимают во внимание следующее.

Максимальное значение $T_{рон}$, для которого целесообразен контроль рабочего органа.

Наличие предаварийной ситуации и её особенности. Она характеризуется быстрым снижением частоты вращения рабочего органа, которое происходит из-за перегрузки. Чтобы установить предаварийную ситуацию, принимается, что предаварийный период $T_{роа} = (1,2 \dots 2,0) T_{рон}$.

Метод контроля, заложенный в САК. Для этого можно использовать метод определения интервала $T_{в}$ между двумя последовательными импульсами, возникающими из-за наличия характерных элементов в рабочем

органе. С увеличением числа b этих элементов значения $T_{сак}$ и $T_{вн} = T_{роа}/b$ снижаются.

В некоторых случаях можно использовать несколько элементов, но по конструктивным соображениям их число обычно не превышает десяти. Исходя из изложенного временной интервал прохождения сигнала через САК при параллельной схеме контроля.

$$T_{сак\ пар} = (1, 2 \dots 2, 0) T_{рон} / b; \quad (1.11.)$$

При последовательной схеме контроля.

$$T_{сак\ посл} = n T_{сак\ пар}. \quad (1.12.)$$

Отсюда можно заключить, что большую часть рассматриваемых в этой работе САК целесообразно использовать как системы с параллельным контролем.

САК выпускаемыми иностранными фирмами, а в частности САК периодичности движения фирмы Dickey John. Такие системы содержат датчики, соединительные кабели, для обработки информации и индикатор. Выполнены они моно блочно. В мониторе находятся все функциональные блоки, за исключением датчиков. Датчики используются в основном индукционные генераторного типа. Могут использоваться и контактные датчики непрямого магнитного действия. Принцип действия контрольных блоков различен. Например, в системах фирмы Dickey John он основан на сравнении частоты импульсов датчика с частотой эталонного генератора, в системах Hessel – он основан на сравнение постоянного напряжения, пропорционального частоте импульсов датчика, с постоянным эталонным напряжением. Индикаторный блоки содержат в себе индивидуальные световые индикаторы для каждого ОК. В задающем блоке почти всех систем имеют элементы, позволяющие задавать верхнюю границу $T_{гр}$ периода ОК. Обычно это потенциометры, отдельные для каждого канала.

Хороший показатель автоматизации сельскохозяйственной техники у Американцев и у Европейцев. В частности у хлопкоуборочной машины CASE 2002 контролируются почти все рабочие параметры ХУМ.

Краткое описание систем автоматического контроля хлопкоуборочной машины CASE 2002. Посредством трех сенсорных переключателей на лицевой части цифрового тахометра оператор может выбрать мощность двигателя, вентилятора, или скорость самой машины. Буквенные символы показывают влияние со скоростями E (двигатель), F(вентилятор), или S(скорость), для обозначения показанной величины.

Колебания скорости – цифровой тахометр содержит устройство для колебаний скорости движения в соответствии с размером шин.

Регулировка и сигнализация двигателя – функция сигнализации регулируемый заданным значением, сообщает оператору, когда скорость двигателя падает, ниже установленного предела во время сбора урожая.

Также указывается скорость движения самой машины, а также скорость вращения вентиляторов.

К системам автоматического контроля относится контроль оборотов двигателя, когда при установке нужных вам параметров работы произойдет какое-либо изменение, выдается звуковой сигнал. Также, индикаторные лампочки сигнализируют состояние охлаждающей жидкостей, контролируется система смазки барабанов, это двухпозиционный кулисный переключатель, при этом можно регулировать таймер время подачи масла на стержни уборочных аппаратов и на крышки подшипников.

Предохранительное устройство подъемных цилиндров барабана, этот предохранитель имеет два положения блокировка и разблокировка. Во время блокировки на соленоид прекращается подача электричества, которое блокирует гидроцилиндр. Орган безопасного управления подъема барабана, в трех позициях (автоматическое, ручное и транспортное).

Глава 2. Основная часть. (теоретическое исследование)

2.1. *Исследование кинематики поворота хлопкоуборочной машины серии МХ*

Азаров И.Н. в своей работе разбирал вопрос автоматического вождения ХУМ и составил уравнение в котором рассматривал машину как объект отклонения от программы, заданной местности (рядка растений) [1]. Для ХУМ серии ХМ 1.8 мы составим уравнения описывающую кинематику поворота.

- а) угол поворота продольной оси машины ψ по часовой стрелке.
- б) угол поворота плоскости направляющего колеса δ по часовой стрелке принимается положительным, против часовой стрелки отрицательным.
- в) углы поворота подольной оси машины и плоскости направляющего колеса малы, следовательно можно принять, что $\sin \Psi \approx \Psi$, $\sin \delta \approx \delta$, $\cos \psi \approx 1$ и $\cos \delta \approx 1$
- г) закон изменения проекции траектории рядка растений на ось X есть функция времени $f(t)$
- д) В точке пересечения продольной оси с осью задних колес O1 помещена подвижная система координат X1, O1, Y1. (Рис 2.1.)
- е) Скорость перемещений машины V постоянна. Угол поворота направляющих колес δ относительно продольной оси машины. Машина поворачивается вокруг мгновенного центра вращения с радиусом R.

$$R = \frac{L}{\delta} \quad (2.1)$$

При этом угловая скорость поворота выразиться следующим уравнением:

$$\dot{\psi} = \frac{V}{R} \quad (2.2.)$$

где: L- величина продольной базы машины.

V- скорость перемещений точки O1 машины в направлении продольной оси.

В реальных условиях работы машины следует учитывать влияние сопротивления повороту перекачиванию колес и инерционными силами при

повороте машины. Эти силы непосредственным образом сказываются на так называемом уводе направляющего колеса машины. В результате увода направляющего колеса угол между продольной осью машины и касательной к следу колеса не будет равен углу между продольной осью машины и продольной плоскостью колеса (δ), а примет некоторое значение δ_1 . Уводы ведущих колес машины по данным Певзнера. Я.М. [29]., в виду его практической не значимости даже при максимальной кривизне поворота можно пренебречь.

Из теории устойчивости автомобиля:

$$X_1\delta = K_{ос2} * \delta \quad (2.3.)$$

где, $X_1\delta$ - Обратные связи.

$K_{ос2}$ – есть расстояние от задних колес до ведущих колес, следует, что угол увода шин прямо пропорциональна усилию, действующему на ось вращения колеса.

$$\Delta\delta = \frac{1}{K_2} P \quad (2.4.)$$

где, $\Delta\delta$ - угол увода направляющего колеса.

K_2 - Коэффициент сопротивлению увода.

P - ,боковая сила действующая на ось вращения колеса.

С действующих внешних сил на машину (Рис. 2.1) $\Delta\delta$ есть разность между углом, образованном касательной к следу оси поворота колеса, и продольной осью машины (δ_1) и углом между проекцией плоскости колеса, и продольной осью машины (δ).

$$\Delta\delta = \delta_1 - \delta \quad (2.5.)$$

Боковую силу, действующую на ось колеса, можно выразить следующим уравнением:

$$P = P_n + P_u + P_c. \quad (2.6)$$

угловую скорость поворота продольной оси машины можно выразить следующим уравнением:

$$\psi = \frac{V}{L} \delta_1 \quad (2.9.)$$

Тогда центробежная сила ускорение можно выразить в следующем виде:

$$\psi = V \psi = \frac{V^2}{L} \delta_1 \quad (2.10)$$

а центробежная сила, прилагается в центре тяжести машины выразиться уравнением:

$$P u^I = \frac{V^2}{L} m \delta_1 \quad (2.11.)$$

m – масса машины.

При условии, что угол δ_1 мал, инерционное усилие, действующее на ось направляющего колеса, можно выразить следующее уравнение:

$$P u = \frac{e}{L} P' u \quad (2.12.)$$

$$P = \left(P' n + \frac{V^2 e m}{L} \right) \delta_1 \quad (2.13.)$$

Подставив в уравнение значение $\Delta \delta$ и P из уравнения и, решив его относительно угла δ_1 , получим

$$\delta_1 = K_3 \delta \quad (2.14),$$

$$K_3 = \frac{1}{1 + \frac{1}{K_2} \left(P'_N + \frac{V^2 e m}{L^2} \right)} \quad (2.15)$$

Из уравнения видно, что при постоянной скорости перемещения машины поправочный коэффициент K_3 зависит от коэффициента сопротивления увода K_2 , сопротивление перекачиванию направляющего колеса машины и параметров машины m и L , которые для определенной конструкции машины неизменны.

Следовательно, зная величины рассмотренных параметров машины (V, e, m и L), коэффициент сопротивления перекачивания колеса, в уравнение можно внести поправочный коэффициент K_3

$$T_2 r \varphi = K_3 \delta. \quad (2.16.)$$

Для ХУМ можно принять следующие значения рассмотренных параметров.

$$P' n = \mu \times f_n = 155 \text{ кгс} \quad (2.17.)$$

где, μ - нагрузка на направляющие колеса = 155 кгс.

f_n – коэффициент перекачивания ($f_n = 0,2$)

$K_2 = 9500$ кгс/рад.

$V = 1,5$ м/сек.

$e = 0,8$ м

$$m = 740 \frac{\text{кгс} \times \text{сек}^2}{\text{м}} \quad (2.18.)$$

$L = 3870$

$K_3 = 0,97$.

. При выполнении этого условия хлопкоуборочная машина будет устойчив в том случае, если его скорость не превышает величины, получаемой по уравнению:

$$U_c^2 = - \frac{C_f C_r (a + b)^2}{m (a C_f - b C_r)} \quad (2.19)$$

Это основное положение устойчивости автомобиля представляет большой интерес, так показывает, что у автомобиля с одинаковыми шинами на всех колесах центр тяжести должен быть смещен вперед относительно середины базы [29]. Влияние тяговой силы на ведущих колесах на устойчивость автомобиля, может быть исследовано также, при помощи приближенных соотношений между боковой и тяговой силами. Эти исследования были проведены относительно автомобиля с передними управляемыми колесами. Энергия вращения, вырабатываемая двигателем, преобразуется в поступательное движение транспортного средства двигателем,

в качестве которого в автомобиле выступает система колес с эластичными пневматическими шинами.

2.2. Разработка мероприятий по улучшению динамической управляемости ХУМ.

При движении хлопкоуборочной машины (ХУМ) в рядках количество воздействий механика-водителя на рулевое колесо значительно превышает количество воздействий на другие органы управления и является наиболее важным фактором, вызывающим утомляемость механика-водителя.

Исследованиями, проведенными в «БМКБ-Агромаш» было установлено, что отклонения рабочих щелей уборочных аппаратов от кустов хлопчатника приводит к заметному снижению полноты сбора.

Если учесть, что рабочая щель уборочного аппарата составляет 24...26 мм, скорость движения машины 1,5...2,0 м/с, то при таких низких показателях управляемости и устойчивости движения машины по рядкам хлопчатника, от механика-водителя требуют высокий уровень затрат физической и психической энергии.[1]

Поэтому одним из важнейших эксплуатационных свойств ХУМ является управляемость и устойчивость направления движения, от которых, в значительной степени, зависят производительность и агротехнические показатели, а также условия труда механика-водителя при обеспечении высокой точности вождения при сборке хлопка-сырца.

Улучшение управляемости и устойчивости направления движения ХУМ позволяет уменьшить затраты физической и психологической энергии механика-водителя на управление, а за счет повышения точности вождения повысить полноту сбора хлопка-сырца и увеличить скорость движения машины. Поэтому вопросам улучшения управляемости и устойчивости заданного направления движения ХУМ должно уделяться должное внимание.

Хлопкоуборочная машина серии ХМ 1.8 по сравнению со старой машиной ХБ-2.4 имеет хорошие показатели по устойчивости движения, потому как у данной машины больше база на 200мм., чем у старой машины. Также уменьшилось «рысканье» из-за того что ХУМ серии ХМ 4-х колесная машина, но управляемость данной машины ухудшилось потому, как она с задними управляемыми колесами и неопытному механизатору трудно управлять данной машиной.

Для улучшения управляемости на «БМКБ-Агромаш» и на кафедре «Сельхозмашиностроения» было предложено установить направляющее устройство которое состоит из: каркаса 3, планки 2, пластины 1

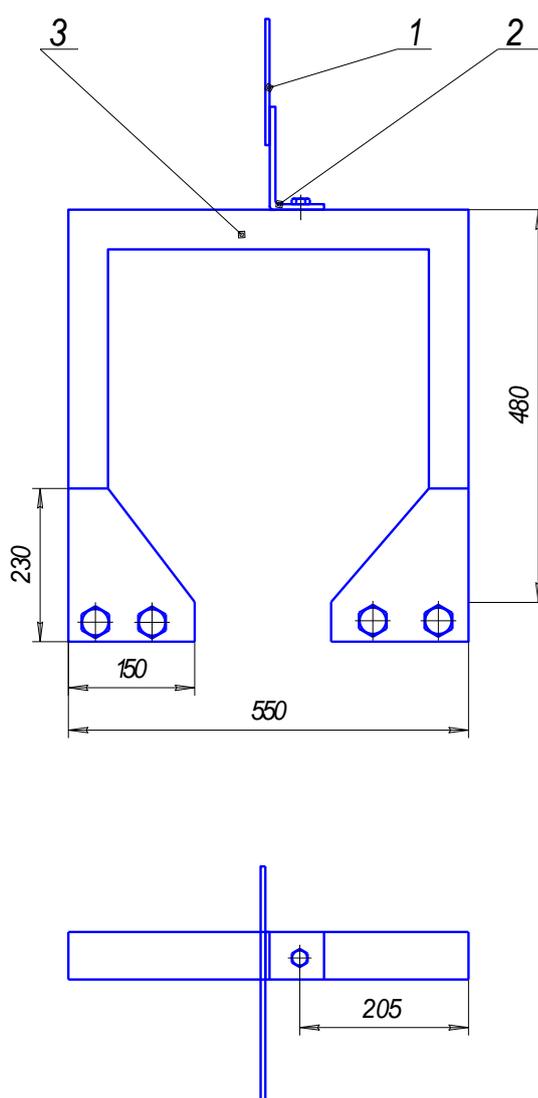


Рис.2.2. Принципиальная схема направляющего устройства.

Данный каркас 3, уже использовался в тракторостроении, чтобы при работе механизатор не повредил решетку радиатора, он крепится на раму трактора, с помощью болтов. К каркасу 3, крепится болтом планка 2, которая будет удерживать пластину 1.

Механизатору во время работы трудно ориентироваться, потому как ему приходится смотреть на аппараты и на грядки, что затрачивает большое количество психологической энергии.

Во время работы ХУМ в грядках механизатор будет ориентироваться на направляющее устройство «прицеливаться», а целью будет служить у него центр грядки 6. С данным устройством механизатору 4, не придется ориентироваться на угол капота и отвлекаться, смотря как кусты с хлопчатником 5, входят в аппараты.

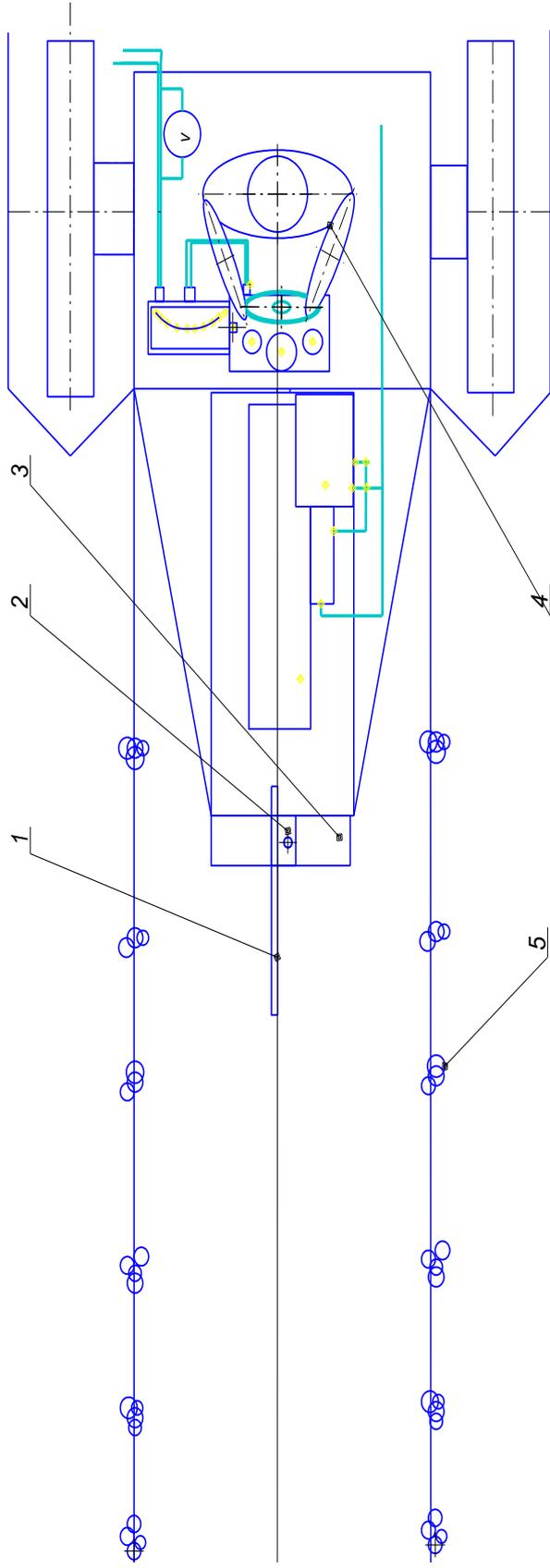


Рис 2.3. 1 принцип работы на лазере усилителя.

2.3 Выбор принципиальной схемы системы автоматического контроля положения управляемых колес ХУМ серии ХМ.

Данная система автоматического контроля состоит из индукционного датчика 9, кабеля 8, электронного блока 15, который работает от электропитания трактора 4. Сама хлопкоуборочная машина состоит из трактора и хлопкоуборочного агрегата который навешивается на задний мост трактора.

Электронный блок 15 размещается в кабине трактора, где прикрепляется к приборной доске 5 трактора и подключается к электро - системе машины 6. Кабель 8 от электронного блока целесообразно пустить по раме хлопкоуборочного агрегата 13, потому что есть свободное пространство и кабель не будет мешать рабочим органам машины. Кабель 8 автоматического контроля будет крепиться к раме скобками 16 которые можно прихватить сваркой. После визуального осмотра хлопкоуборочной машины мы установили, что датчик целесообразно установить на планку 11 выполненной из листа 3 мм., на планке сделаны пазы для натяжения тросика который будет соединять датчик с планкой 11 которая будет передавать угол поворота управляемого колеса 12.

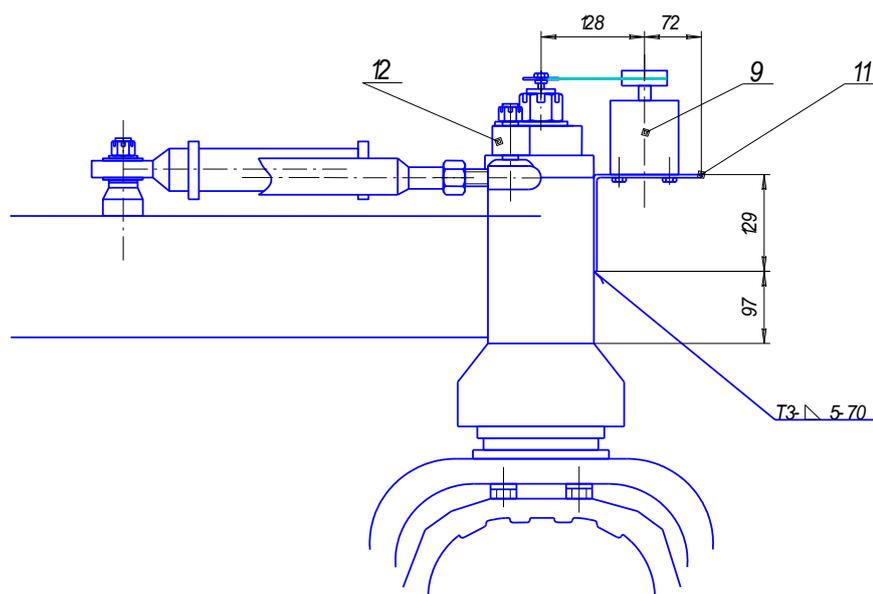


Рис.2.4. Принципиальная схема САК.

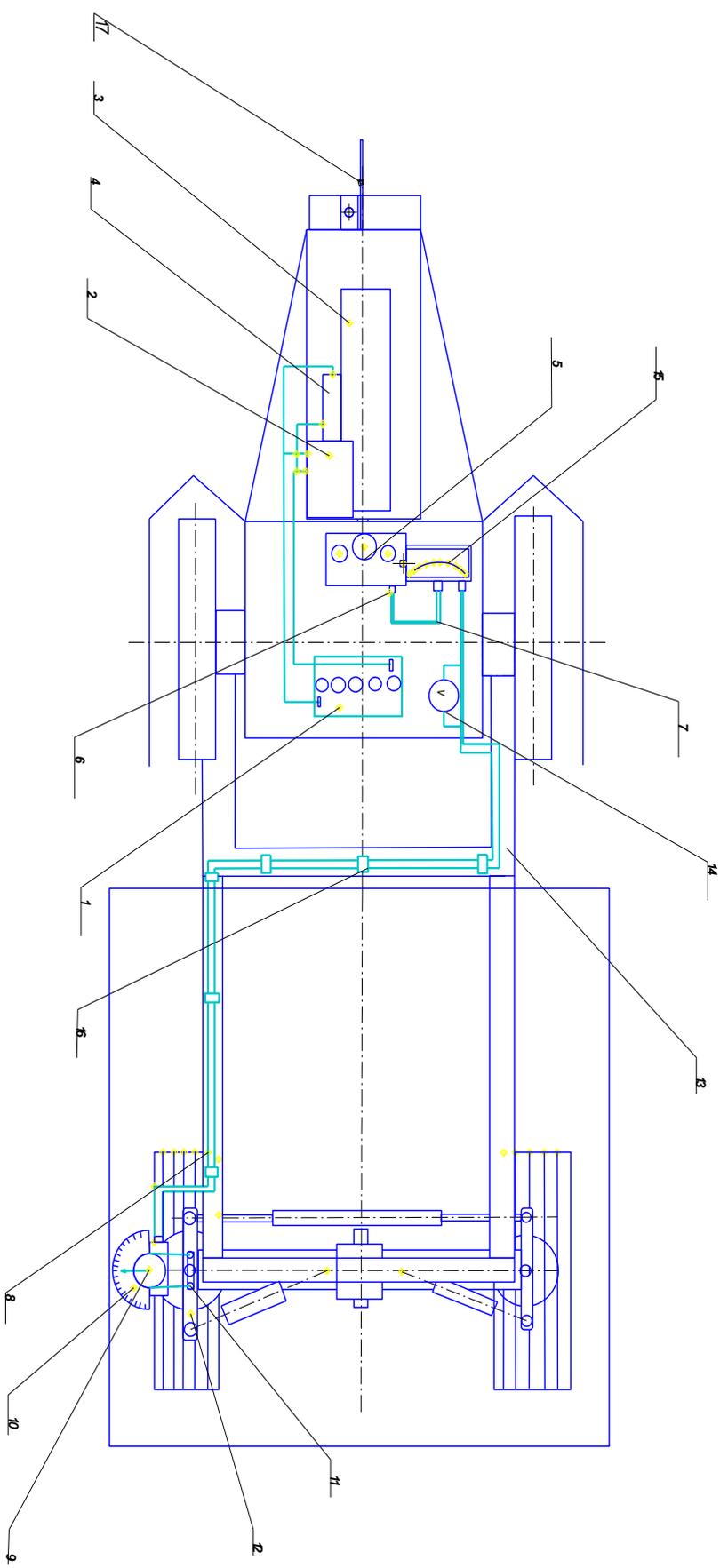


Рис. 2.5. Принципиальная схема СЖК.

2.4. Выбор И.П. для измерения угла поворота управляемых колес.

Требования к САК вытекают из особенностей работы МСХМ, а также условий получения и использования информации. В общем виде их можно сформулировать так.

Системы должны быть максимально унифицированные и универсальными, чтобы номенклатура их была минимальной. От этого зависит условия эксплуатации, обслуживания и ремонта.

Развитие должно основываться на универсализации, введение новых элементов и блоков, а не на замене новыми системами.

Они должны контролировать максимальное число объектов.

Быть пригодными к работе с машинами, содержащими различные по числу и параметрам рабочие органы. Небольшое число объектов должно контролироваться малым числом датчиков.

Выдавать информацию, необходимую для принятия немедленных решений.

Информация должна быть максимально обработана и минимальна по объему. При возможности должна выдаваться двоичная информация. При нарушении контролируемого параметра она должна поступать без вмешательства оператора; большая по объему информация может выдаваться по запросу.

Индикаторы должны размещаться на рабочем месте оператора. При большом количестве контролируемых объектов часть индикаторов может располагаться вблизи объектов.

Обязательно должны использоваться звуковые индикаторы, они привлекают внимание оператора к визуальной информации, подаваемой САК, что дает возможность наблюдать за параметрами, не контролируемые САК. Уровень звукового сигнала должен превышать уровень шума минимум на 6 дБ, т.е. быть выше 75 дБ.

С визуальных индикаторов должна подаваться качественная и количественная информация от объекта или группы объектов. Для воспроизведения качественной информации, следует применять дисплей на который выводится вся информация с звуковым сигналом, потому как при попадании прямого солнечного света ухудшается просматриваемость на дисплее. Если цифровые индикаторы используются для количественной информации (как индикаторы номера объекта попавшего в аварийную ситуацию), то при большом числе контролируемых объектов существует вероятность одновременно высвечивания номеров нескольких объектов. В этом случае показания индикатора становятся неопределенными.

Надежность САК должна значительно превышать надежность МСХМ, для которых она предназначена. При определении максимального срока службы САК необходимо исходить из ресурса МСХМ. С учета того, что МСХМ работают сезонно.

Оператор МСХМ [51] должен иметь возможность проверять и контролировать работу САК. Такую проверку нужно проводить в начале рабочего дня и при выявлении отклонений. Желательно для контроля САК оснастить простым и надежным тестирующим устройством.



Рис.2.6.Устройства цифровой индикации Серия РФ300

Область применения

Предназначены для подключения датчиков, (растровых [Серии РФ20X](#), лазерных [Серии РФ600](#), угла поворота [Серии РФ701](#), угла наклона [Серии РФ711](#)) обработки, хранения и передачи данных, индикации результата.

Отличительные особенности

- модульная структура, с возможностью неограниченного наращивания числа подключаемых датчиков любой серии
- цифровая (светодиодная или ЖК) и светофорная (брак/годен) индикация;
- клавиатура для ввода данных и выбора режимов и заданий;
- перепрограммирование под любые задачи многомерных измерений;
- допусковый контроль и выдача команд управления;
- встроенное энергонезависимое ОЗУ для накопления данных;
- статистическая обработка результатов измерений;
- выход на ПК по параллельному и/или последовательному каналам;
- возможность объединения в сети.

УЦИ, общие сведения

[.pdf \(193 kb\)](#)

УЦИ для инкрементных датчиков, РЭ

[.pdf \(391 kb\)](#)

Системы контрольно-регистрирующие. Серия СКР

Область применения

Микропроцессорные системы предназначены для сбора с привязкой к реальному времени, обработки, накопления и индикации данных, принимаемых от аналоговых и цифровых датчиков.

Технические характеристики

Число каналов ввода аналоговой информации	8
дискретной информации	8

Разрядность АЦП	12
Объем внутренней памяти, Мб	20
Интерфейс	RS485
Рабочий диапазон температур, °С	-40...+50

Серия СКР-1

Разработаны для кол тубинговых установок, предназначенных для выполнения ремонтно-восстановительных работ на нефтяных и газовых скважинах с использованием стальной длинномерной без муфтовой трубы. Выполняют следующие функции: регистрация веса трубы, усилия прижима, натяжения цепи, устьевого давления, давления промывки, расчет параметров глубины и скорости движения трубы.[51].

Технические характеристики

Диапазон/дискретность регистрации длины трубы, м	0...5000/0.1
скорости перемещения трубы, м/с	0...2/0.01
давления, Мпа	0...25/0.125

Поставляются в комплекте с [датчиками угла поворота](#), преобразователем напряжения DC/DC, модулями памяти для переноса данных в стационарный компьютер и пакетом программ для обработки результатов.

Область применения

Распределенная сетевая система предназначена для ведения контроля за сварочным процессом в реальном времени с целью оптимизации параметров сварки под флюсом. Система обеспечивает регистрацию, передачу в компьютер и обработку



Рис.2.7. Датчик и воспринимающее устройство Серия СКР-2

данных, поступающих с датчиков, установленных на сварочных аппаратах.
Контроль качества ведется на основе анализа данных о следующих величинах:

- напряжение сварочной дуги;
- ток сварочной дуги;
- скорость движения сварочной головки;
- скорость подачи электродной проволоки;
- температура сварного шва.

Технические характеристики.

Число контролируемых сварочных аппаратов	до 8 или по заказу
Диапазон измерения напряжения сварочной дуги,	В0...100
тока сварочной дуги	0...500
температуры сварки, °С	0...1000
скорость перемещения сварочной головки, м/час	0...500
скорость подачи проволоки, м.час	0...100

Поставляются в комплекте с [датчиками угла поворота](#), температуры, силы тока и напряжения, пакетом программ для компьютерной обработки результатов



Рис.2.8. Датчики угла поворота хдп 90 03, хдп 180 03

назначение

Датчики предназначены для бесконтактного преобразования угла поворота вала датчика в аналоговый информационный электрический сигнал с возможностью дальнейшего преобразования в цифровой сигнал [51].

технические характеристики

Диапазон измеряемых углов, град	0...90
	0...180
Основная погрешность, %, не более	±0,5
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+85
Напряжение питания, стабилизированное, В	
Двух полярное	±15
Однополярное	+12
Выходной сигнал потенциальный, В	0,5...4.5
	-2,5...+2,5

Разработки:

Интерфейс связи	RS-232, 485
Количество разрядов	12

Датчик перемещения индуктивный

Датчик служит для измерения перемещений от 30 до 50мм

Наименование параметра

Значение по ТУ

Диапазон измерений, мм	0-50
Погрешность измерений, % (согласуется с заказчиком)	±1
Напряжение питания, В	±12±20%
Диапазон рабочих температур, °С	от +5 до +70
Размеры, мм	163x70x70

Масса, г400



Рис.2.9. Датчик потенциометрический ASK-12

Датчик угла поворота предназначен для измерения поворота рабочих частей объекта. Он обеспечивает непрерывное преобразование измеряемого параметра в унифицированный выходной сигнал $\pm 5\text{mA}$. Датчик снабжен магнитной присоской, что значительно упрощает его установку на объекте. [51].

Наименование параметра

Диапазон измерений, ° (зависит от комплекта поставки)	0-330
Погрешность измерений, % (согласуется с заказчиком)	± 1
Напряжение питания,	$V \pm 12 \pm 20\%$
Диапазон рабочих температур, °C	от +5 до +70
Размеры, мм	80x40x40
Масса, г	150



Рис.2.10. Датчик потенциометрический ASK-22

Указатель положения русел УПР-1 предназначен для определения положения комбайна относительно рядков кукурузы во время работы. Базовой линией для (Указателя) являются рядки стеблей кукурузы.

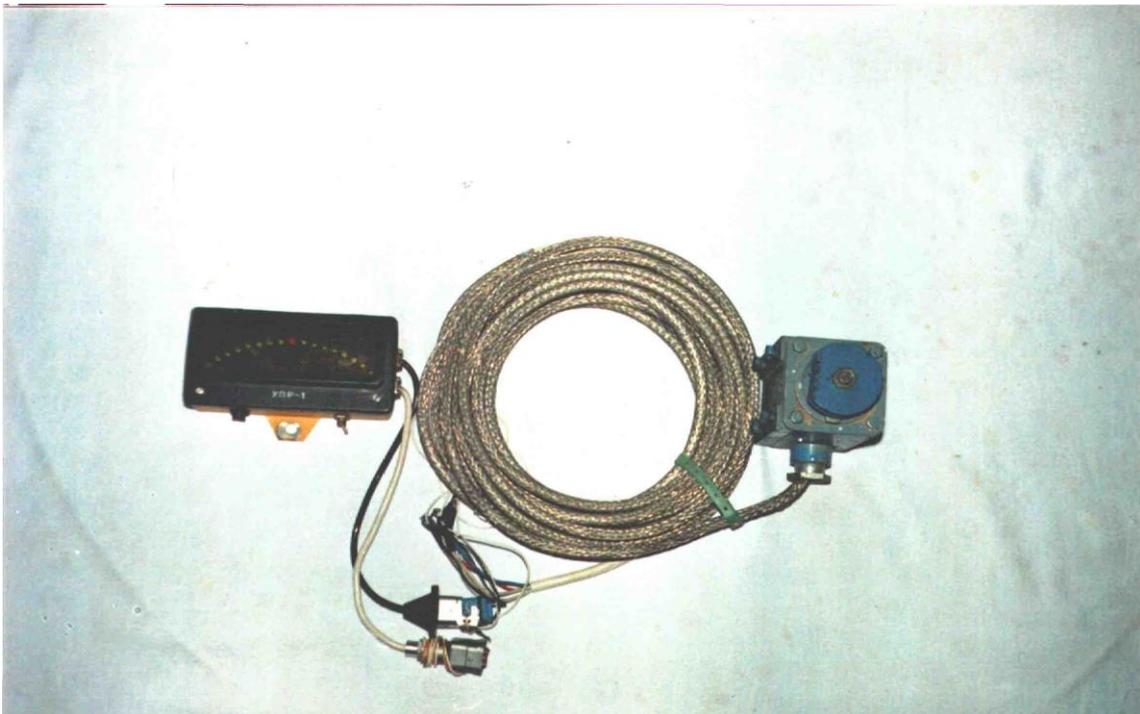


Рис.2.11. УПР-1 «Русель»

УПР-1 позволяет оператору точно ориентировать комбайн относительно рядков кукурузы как в светлое, так и в темное время суток..

Техническая характеристика.

Тип системы	--	электронное механическое
Тип датчика ориентации	--	мех.- контактное копирующее устройство с приводом на деф индуктивный датчик «поворотный трансформатор»
Питание указателя	--	от бортовой сети трактора
Напряжение питания, В	--	10,8—15
Потребляемый ток , А	--	не более 0,8
Соединительные кабеля	--	разъемные
Пульт указателя	--	170*110*70
Индуктивный датчик	--	140*110*90
Масса датчика	--	1,8
Масса указателя	--	1,0

Система обеспечивает работу в следующих условиях:

Влажность при температуре 25С в процентах	--	93
Окружающей среды	--	от минус 10 до плюс 55
Воздействие пыли и частиц убираемого продукт, скорость частиц /м/с/	--	15
Нароботка	--	1000 час
Срок службы не менее	--	8 лет

Устройство и принцип работы.

Указатель положения русел представляет собой электронное устройство с электромеханическим копиром.

Схема размещения основных узлов и элементов указателя показана в (Рис 2.11)

Принцип действия указателя следующий.

При движении кукурузоуборочного комбайна в загоне вдоль рядков кукурузы, копирующее устройство движется в междурядье. Если приемные русла комбайна отклоняются от рядков стеблей или же сами рядки имеют искривления, то копир касаясь стеблей кукурузы отклоняется. Поскольку копир связан со шкивом тросом, шкив повернется на какой-то угол, соответствующий отклонению копира.

Шкив соединен с ротором датчика и провернувшись, перемещает от нулевого положения ротор датчика, в результате чего электрический сигнал от датчика по соединительным кабелям попадает в электронный блок. Электрический сигнал пропорционален величине отклонения копирующего устройства.

На электронном блоке загораются световые индикаторы, количество которых пропорционально величине отклонения, а направление составленной ими световой полосы, относительно постоянно светящегося центра, укажет направление отклонения русел комбайна от нормального положения.

Оператор, воздействуя на руль трактора, должен вести его так, чтобы светился только центральный световой индикатор.

Схема принципиальная электрическая и внешних соединений указателя приведена в (рис.3.3.)

. Электронный блок.

Электронный блок располагается в кабине трактора перед водителем

Электронный блок предназначен для питания датчика переменным током, для детектирования сигнала от датчика и для преобразования продетектированного сигнала в световую информацию, пропорциональную углу поворота датчика.

Электронный блок выполнен на микросхемах, транзисторах, диодах.

Основными функциональными узлами являются:

- стабилизатор питающего напряжения;
- генератор для питания датчика;

- детекторы;
- аналого-цифровые преобразователи;
- светодиодные линейки.

На лицевую панель выведена светодиодная линейка. В центре ее находится красный светодиод, который светится постоянно. Он выполняет дв[^] функции! сигнализирует о включении питания указателя и указывает центр, относительно которого светятся правая и левая линейки светодиода. Правая и левая линейки светодиодов - зеленые. На дне пульта указателя закреплены держатель предохранителя и тумблер включения питания устройства.

Индуктивный датчик.

Индуктивный датчик установлен в копирующем устройстве. Приложение его ротор связан посредством шкива и троса с поворотной рамкой копирующего устройства.

Регулировка нулевого положения датчика копирующего устройства осуществляется при помощи натяжных винтов и гаек. Нулевое положение датчика определяется по совпадению рисок на указателе положения ротора и диске на корпусе датчика.

Датчик имеет клеммник для подсоединения кабеля и сальниковое уплотнение для предотвращения попадания влаги вовнутрь датчика.

Соединительные кабели.

В состав указателя положения русел входит три кабеля:

Кабель 156.644.331 прокладывается по комбайну. Одним концом он подключается к клеммнику датчика, а второй конец оканчивается штепсельным разъемом

Кабель 126.644,3, .подсоединятся к трактору до его конца заканчиваются штепсельными разъемами

Кабель 156-644. "АБ¹" подключается к пульту сигнализации комбайна ККП—3 и оканчивается штепсельным разъемом для подключения блока электронного УПР-1,

Меры безопасности.

. Система УПР-1 работает на низком напряжении питания /до 15 В / и не требует специальных мероприятий по технике безопасности.

. Запрещается во время движения агрегата ПРОИЗВОДИТЬ монтаж, ремонт, регулировку и т.д.

Монтаж, техническое обслуживание, устранение неисправностей выполняется только при выключенном двигателе.

Приготовление изделия к работе.

После распаковки необходимо визуально проверить электронный блок. При отсутствии видимых повреждений приступить к проверке комплектности.

Порядок монтажа системы

Прокладку кабеля по трактору и ввод его в кабину производят по существующей трассе для системы

Существует большое количество различных систем автоматического контроля, но следует выбрать систему которая была уже проверена и работала по назначению. Данная проблема была решена на кадре «Сельхозмашиностроения», где был выбран уже существующая САК которая использовалась на кукурузоуборочной машине, но данная система выполняла задачу не по передаче угла поворота колес, а контролировала отклонения от грядки уборочного агрегата, данные отклонения не велики, в пределах 30° гр., а ХУМ имеет угол поворота 60° гр. и данная система требует доработки, потому что на электронном блоке не хватает индикаторной линейки для идентификации угла поворота управляемых колес ХУМ, которые имеют угол поворота 120° в обе стороны.

2.5 Снятие статической характеристики с датчика индукционного угла поворота.

Для снятия статической характеристики с индукционного датчика мы должны подать постоянное напряжение в 12В (источник постоянного тока АГАТ) на вход, для этого мы с помощью тестера (“Электроника-356) определили +, -. При включенной САК, мы на выходе из индукционного датчика с помощью вольтметра (В7-38) замеряли выходное напряжение. Чтобы его измерить выходное напряжение мы вращали ось индукционного датчика и разницу показаний на вольтметре (В7-38) мы записывали в таблицу результатов.

Для того чтобы узнать на какой градус повернулся указатель мы на датчик установили градуированную шкалу, потому что знаем, что колесо машины поворачивается на 60 градусов в обе стороны .

Статическая характеристика ИП описывается следующим выражением

$$R = \alpha * (2\pi r / 360^\circ) * R_0 \quad (\text{Ом/град}) \quad (3.0.)$$

Где , R_0 - сопротивление приходящееся на единицу времени длины окружности при равномерной намотке , Ом;

r - радиус ИП , мм;

α -угол поворота подвижного контакта , град.

Чувствительность такого ИП

$$K = dR/d\alpha = (2\pi r / 360) * R_0, \quad (\text{Ом/град}) \quad (3.1.)$$

То есть тем выше, чем больше радиус ползунка и чем больше сопротивление, приходящееся на единицу длины окружности (последнее зависит от удельного сопротивления материала и сечения наматываемой проволоки).

При линейной статической характеристике $X_2 = F(X_1)$ (3.2.) ПП, УПУ и РУ их чувствительность определяют отношениями

$$K_{пп} = X_2/X_1; \quad K_{упу} = X_3/X_2; \quad K_{ру} = X_4/X_3 \quad (3.3)$$

причем чувствительность – величина размерная, равная отношению единиц измерения входных и выходных сигналов.

Если статическая характеристика ПП или УПУ нелинейная, то в этом случае имеется в виду мгновенная чувствительность, которую находят дифференцированием выходного сигнала элемента по входному:

$$K_{пп}' = dX_2 / dX_1; \quad K_{упу}' = dX_3 / dX_2; \\ K_{ру}' = dX_4 / dX_3 \quad (3.4)$$

Чувствительность измерительного устройства определяется произведением чувствительностей всех последовательно включенных элементов (звеньев):

$$K_{иу} = \frac{X_2}{X_1} \frac{X_3}{X_2} \frac{X_4}{X_3} = \frac{X_4}{X_1} \quad (3.5)$$

Величину X_4 на выходе измерительных устройства можно считать измеренной, если её сравнили с некоторой однородной величиной, принятой за единицу измерения. Процесс первичного сравнения называется градуированием измерительного прибора. Для этого значения X_1 изменяют ступенчато, причем каждый шаг для получения ступени делают равным или кратным единице измерения, а амплитуду получающейся ступени фиксируют лишь после прекращения переходного процесса в X_4 . В дальнейшем (при расшифровке осциллограмм) тарировочную характеристику $X_4 = K_{иу}X_1$ используют для оценки изучаемого параметра.

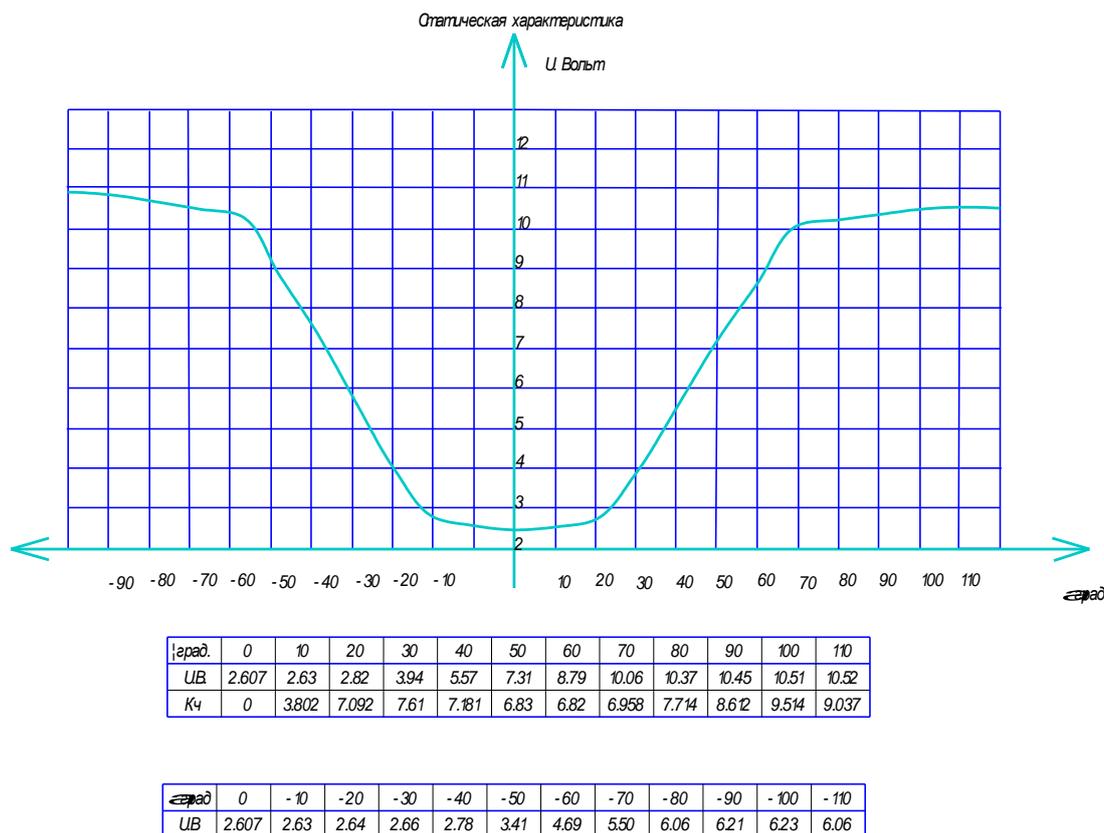


Рис.2.12. Статическая характеристика потенциметрического ИП

2.6 Описание лабораторного стенда для снятия статической характеристики

Чтобы определить рабочий диапазон датчика и пригодность его для какого либо применения надо снять статическую характеристику, для определения рабочего диапазона, характеристики удобно снимать в статике (в стенде) или в динамике (в сборе)

УПР-1 состоит из металлического каркаса в котором помещена внешняя обмотка в которой находится вращающийся ротор. На датчик подаётся переменное напряжение из электронного блока который питается от аккумулятора трактора от 9 до 13 В. При вращении ротора изменяется выходное напряжение.

Лабораторный стенд состоит (Рис 2.13.): из электрически связанных понижающих трансформаторов Тр, индуктивного ИП1, потенциометрического ИП3, индуктивного датчика 4, вольтметров V1 и V2, выключателей ВК1 (сеть), ВКЛ, ВКР и ВКР (соответственно для подключения индуктивного датчика, потенциометрического ИП и индуктивного ИП), сигнальных лампочек ЛС1- выключателя сети, ЛС2 – выключателя потенциометрического ИП и ЛС3 индуктивног датчика.[2] Для измерения линейного перемещения сердечника индуктивного ИП служит микрометр 2. угловое перемещение подвижного контакта потенциометрического ИП измеряется транспортиром- 4 , а для датчика УПР-1 служит градуированная шкала, которая будет указывать на какой градус отклонился шкив датчика 5.

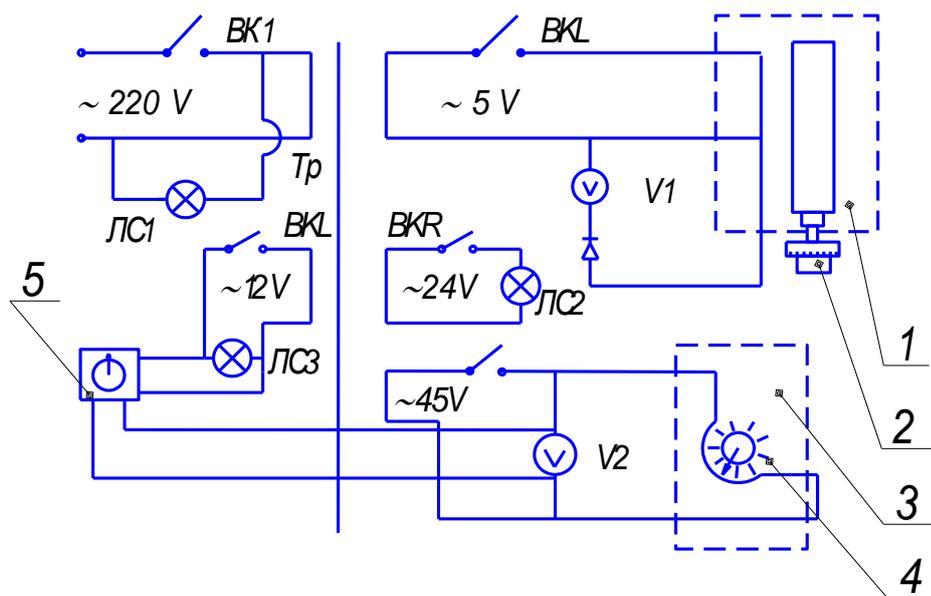


Рис 2.13 Принципиальная схема лабораторного стенда.

2.7. Модернизация электронного блока системы УПР-1 Русель.

Для расширения диапазона измерения (углового перемещения) угла поворота в схеме необходимо привести следующие изменения:

1. Необходимо уменьшить частоту задающего генератора, в следствии регулирования параметров R_{mm} , C .
2. Уменьшить уровень выходного напряжения дифференциального индуктивного датчика.
3. Также следует расширить шкалу измерения цифрового индикатора.

В нашем случае мы сочли применить первый метод, мы уменьшили частоту задающего генератора, установив последовательно конденсатор на два канала, при этом увеличилось сопротивление.

Также установили сопротивление на вход в дифференциальный датчик, но при этом ухудшалась чувствительность датчика.

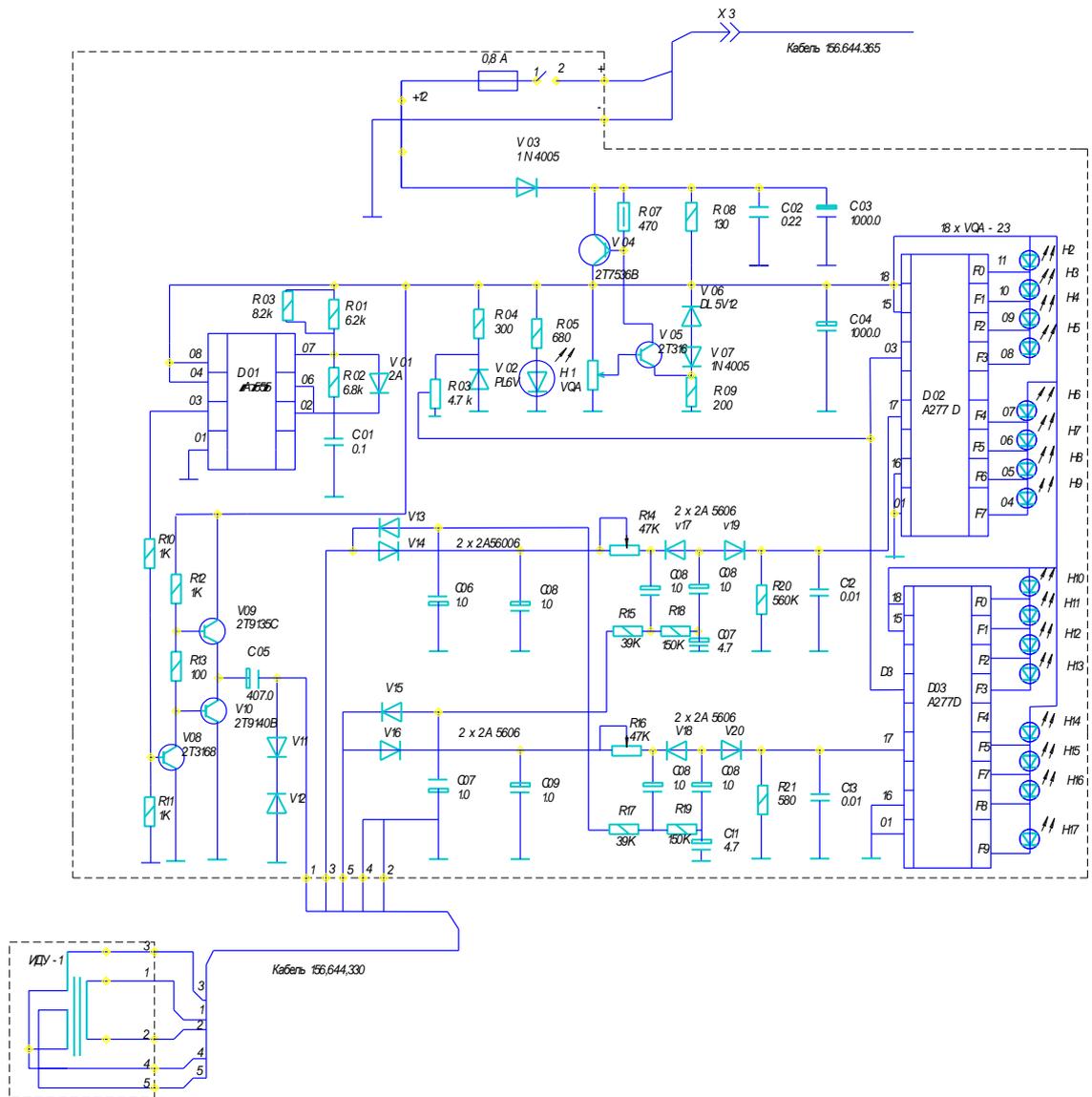


Рис.2.13. Схема электрическая, электронного блока УПР-1

2.8. Монтаж и результаты предварительных испытаний системы автоматического контроля.

Для апробации САК, монтаж и подключение данного устройства к хлопкоуборочной машине кафедре «Сельхозмашиностроения» предоставила организация «БМКБ-Агромаш», где мы установили и подключили данное устройство

Данная система автоматического контроля (Рис.2.14,2.15) отличается своей простотой в обращении, так как данная система уже использовалась ранее на кукурузоуборочном комбайне и очень хорошо себя зарекомендовала. К хлопкоуборочной машине она подходит потому, что она хорошо защищена от попадания пыли, влаги, потребляет минимальное количество энергии и простая адаптация к ХУМ, адаптировать её сможет простой электрик ..

Установка данной системы автоматического контроля на хлопкоуборочную машину не занимает большого количества времени, её может собрать один слесарь за час.

Система автоматического контроля поворота управляемых колес хлопкоуборочной машине, необходимо потому, что на ХУМ работают примерно три месяца в году, так как у нас в основном сельскохозяйственная техника имеют передние управляемые колеса и во время сбора хлопка механизаторы начинают приспосабливаться к ХУМ. Данный САК решает проблему во время заезда в рядки хлопкоуборочной машины, что приведет к наименьшим потерям хлопка.



Рис.2.14. Монтаж датчика на задний управляемый мост.



Рис.2.15 Установка электронного блока в кабину ХУМ.

2.9. Результаты предварительных испытаний по улучшению управляемости ХУМ серии МХ.

В предыдущих разделах диссертации были исследованы влияния базы машины и других факторов на управляемость и точность направления движения машины. В частности, было показано, что вынос оси управляемого колеса назад улучшает устойчивость направления движения машины за счет увеличения времени действия на управляемое колесо стабилизирующего момента и уменьшения времени реакции машины на управление. Было исследование также влияние базы машины, распределение нагрузки по осям, давление воздуха в шинах на величину средне интегральных углов продольного крена машины и показаны пути обеспечения характеристик продольно-угловых колебаний.

Однако следует при выборе параметров машины иметь в виду то обстоятельство, что требования к параметрам машины по критериям управляемости, вертикальных и угловых колебаний машины и поворотливости являются противоречивыми. Так увеличение базы улучшает характеристики управляемости, снижает уровень продольно-угловых колебаний, но ухудшает характеристики управляемости и точности направления движения. Поэтому выбор параметров машины даже по перечисленным трем эксплуатационным свойствам требует компромиссных решений.

Следует иметь в виду то обстоятельство, что параметры управляемости и точности направления движения в эксплуатации будут иметь определенное рассеивание за счет изменения вертикальной нагрузки в процессе сбора хлопка, несоответствие давления воздуха в шинах рекомендуемым значениям и др. Поэтому желательно, чтобы характеристики машины обладали малой чувствительностью к изменению эксплуатационных факторов.

Поэтому несмотря на то, что наиболее благоприятные характеристики управляемости и точности направления движения и наименьший уровень продольно-угловых колебаний имеют место при базе 3250 мм.

Также было установлено, что направляющее устройство (Рис.2.16.), которое устанавливается на капот трактора и служит прицелом для механизатора, намного улучшает движение в рядках с хлопчатником и снижает психологическую усталость механизатора. Данное устройство имеет простую конструкцию и малую стоимость, что позволяет её произвести в полевых условиях.



Рис.2.16. Установка направляющего устройства.

Заключение.

Разработана методика расчетов параметров управляемых колес хлопкоуборочной машине при их заднем расположении. Также была разработана методика расчета кинематики поворота трактора для хлопкоуборочной машины серии ХМ-2.8.

Была разработано методическое указание по выполнению лабораторной работы «Определение характеристик измерительных преобразователей» по курсу «Автоматизация сельскохозяйственных машин», а также снята статическая и динамические характеристики с системы автоматического контроля.

Также был установлена система автоматического контроля на ХУМ 2,8; также была установлена направляющее устройство для улучшения управляемости хлопкоуборочной машины в грядках с хлопчатником.

Было предложено в «БМКБ-Агромаш» и «ОАО-Ташсельмаш» о внедрении разработок проведенных на кафедре «Сельхозмашиностроении» ТГТУ в производство.

Список использованной литературы.

1. Азаров И.Н., Барер Н.Б., Гроховский Ю.В., Матюнин В.А. К вопросу о создании четырехрядной хлопкоуборочной машины. – Механизация хлопководства, 1987, 3. – С. 12-13
2. Абдазимов А.Д., Тошхужаев Т.У. Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Теория автоматических систем автомобилей и тракторов» Т., 1994
3. Азаров И.Н. Исследование процесса автоматического вождения хлопкоуборочной машины: канд. тех. наук. – Ташкент, 1972. – 28 с.
4. Аликулов С.Р., Мальков С.В., Атаманов Ю.И. Исследование прямолинейности движения хлопкоуборочной машины. – Механизация производства, 1987, I. – С.9-11.
5. Аксенов П.В. Некоторые особенности автомобиля с задней управляемой осью. – Автомобильная промышленность, 1972, 8. – С. 19-21.
6. Алимухамедов Ш.П. Исследование динамики и устойчивости на опрокидывание хлопкоуборочной машины, как системы переменной массой: Автореф. дис...канд.тех.наук. – М., 1976. – 24 м.
7. Базаров С.М. Измерение кинематики и динамики поворотов трактора Т28Х3 при междурядной обработке хлопчатника: Автореф.дис...канд.тех.наук. – Янгиюль, 1967. – 27с.
8. Бородин И.Ф.,Кирилин И.И. «Основы автоматики и автоматизации производственных процессов».М.,!977.
9. Бояров Н.Б. Исследование влияния устойчивости движения и управляемости посевного агрегата на выбор рабочей скорости (на базе трактора МТЗ-50): Автореф.дис...канд.техн.наук. – Саратов, 1971. 24с.

10. Галенова И.П., Мамедов Т.О. Влияние скорости движения и ширины захвата на кинематику агрегатов при возделывании хлопчатника. – Механизация хлопководства, 1979, 11. – С. 12-13.
11. Гинцбург Л.Л. К вопросу об оценке управляемости автомобиля при прямолинейном движении. – Автомобильная промышленность, 1982 – 4, - С.18-
12. Гельфенбейн И.П. Автоматизация СХМ. М., 1980 С. 5- 90.
13. Дворцов Е.Ф. Исследование факторов, определяющих точность копировки рядка хлопчатника рабочими органами навесных агрегатов: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Ташкент, 1990, - 25с.
14. Зенин Л.С., Любимов Ф.С. и др. Отклонение траекторий рабочих органов. – Тракторы и сельхозмашины. – 1976, 8. – С.18-19.
15. Изыскание способов улучшения управляемости и устойчивости движения трактора с гидрообъемным рулевым управлением. Отчет: Руководитель работы Д.И. Хошимов. – Ташкент, 1981. – 96 с.
16. Капитонов Д., Гаджанов А. Изучение параметров рулевого механизма с гидрообъемным механизмом. – Болгария, Селскостоп. техн., 1978, 15, 7/8: 68-72.с.
17. Каспаров Б.М. о повышении устойчивости прямолинейного движения МТА. – М.: Труды ВИМ, 1984, т. 101 – с. 10-23.
18. Колчинский Ю.Л. Исследование некоторых факторов, влияющих на устойчивость прямолинейного движения и управляемость трехколесного трактора для широкорядных посевов хлопчатника,: Автореф. дис.... канд. техн. наук. – Ташкент, 1970. – 22 с.
19. Канавалов В.Ф. Устойчивость и управляемость машинно-тракторного агрегата. – Перм, 1969. – 439 с.
20. Корсун А.И. Исследование колебаний пропашного тракторного агрегата в условиях орошаемого земледелия Уз.. – Ташкент, 1966. – 27 с.
21. Красильников В.Е. Основные особенности криволинейного движения трактора типа 4*4: М., 1966. – 24 с.

22. Кринко М.С. О влиянии угловых люфтов направляющих колес на управляемость трактора. - Тракторы и сельхозмашины, 1966, 6. – С. 17-19.
23. Лебедев О.В. Исследование устойчивости движения пропашного трактора хлопковой модификации на повышенных скоростях при культивации: Автореф. дис...канд.техн.наук. – Ташкент, 1968. – 20 с.
24. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.
25. Львов Е.Д. Теория трактора. – М.: Машгиз, 1961. – 368 с.
26. Марупов И. Особенности параметров тракторного агрегата при междурядной обработке хлопчатника: Автореф. дис...канд.техн.наук. – 1984. – 18 с.
27. Матчанов Р.Д. Исследование механизма подвески рабочих аппаратов хлопкоуборочной машины. – Автореф.10., 1977.
28. Оценочные параметры управляемости. Отраслевая нормаль ОН 025319-68. – В сб.: Государственные отраслевые стандарты и нормали. – М., 1974, т.1, - С. 107-170.
29. Певзнер Я.М. Теория устойчивости автомобиля. – М.: Машгиз, 1974. – 156 с.
30. Расулов Г.Г. Улучшение характеристики управляемости и точности вождения МТА при севе и междурядной обработке хлопчатника: Автореф. дис...канд.техн.наук. – Янгиюль, 1989. – 18 с.
31. Савенко Д.М. К вопросу управляемости трактора в ведущих направляющих колесами. – В. кн.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Киев, Урожай, 1964. – С. 45-47.
32. Садриддинов А.С., Абдазимов А.Д., Тулаев А.Р. Влияние нарушения шахматного расположения шпинделей на ширину рабочей щели хлопкоуборочного аппарата. – Механизация хлопководства, 1984, 8. – С.14.
33. Свершевский А.Б., Хорошенко В.К. Об устойчивости движения трактора. М., 1987.- С.66-67.

34. Топилин Г.Е. Исследование влияния технического состояния механизма управления с гидроусилителем на устойчивость прямолинейного движения колесного трактора. Волгоград, 1978. – 24 с.
35. Тошболтаев М.Т. Динамическая модель технологического процесса хлопкоуборочной машины ХНП-1.8. Механизация хлопководства, 1987, 12. – с. 16-17.
36. Улжаев Э., Давронов Р.А., Методические указания по выполнению лабораторных работ по курсу «Телемеханика».
37. Срибнер Л.А. Точность индуктивных преобразователей перемещений М., 1975
38. Фалькевич В.С. Теория автомобиля. – М.,: Машгиз, 1963, - 236 с.
39. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин. – М.: Машиностроение, 1970. –148 с.
40. Фортуна В.И. Эксплуатационные показатели колесного трактора. – механизация СХМ., 1969, 7. – с. 14-17.
41. Хайруллаев Х.Х. Исследование устойчивости прямолинейного движения и управляемости трактора на повышенных скоростях: Автореф. дис..канд.техн.наук. – Волгоград, 1967. – 191 с.
42. Хамидов А.Х. Планирование эксперимента при исследовании хлопковой сеялки-культиватора. – В. сб. статей ТашПИ. – Ташкент, 1982., вып.329. – с. 45-53.
43. Чудаков Д.А. Основы теории СХМ и агрегатов. – М.: Машгиз, 1954. – 176 с.
44. Шеповалов В.Д. Исследование бокового увода тракторных шин и его влияния на некоторые показатели криволинейного движения агрегата: Минск, 1970. – 23 с.
45. Инструкция по эксплуатации хлопкоуборочной машины CASE-2002 – Ташкент, 1998. С. 23-50.
46. Барский И.Б., Динамика трактора. – М., Машиностроение, 1973. – 280 с.

47. Бойков В.П. Исследование характеристик шин для решения задач динамики машинно-тракторных агрегатов: Автореф.дис...канд.техн.наук. – Минск, 1974. – 24 с.
48. Гячев Л.В. Устойчивость движения СХМ и агрегатов. – М., 1981. – 206 с.
49. Дуденко О. Определение динамической боковой устойчивости хлопкоуборочной машины при движении на поворотах. – Труды // САИМЭ, вып. 13. – Ташкент, 1976. – С.85-89.
50. Д.И. Хошимов. Обоснование параметров ХУМ с фронтальным расположением уборочных аппаратов. Автореф. дис...канд.техн.наук. – Ташкент, 1990. – С. 27-45.
51. Ресурсы Internet поисковые серверы mail, Rambler.ru, а также yahoo.com.