

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт энергетики и
электротехники

(институт)

Кафедра «Промышленная электроника»

27.03.04 «Управление в технических системах»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы и технические средства автоматизации и управления

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Испытательный комплекс системы усилителя руля

Студент(ка)

К.В. Елынцев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.В. Королев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

В.А. Гуляев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий
кафедрой

к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« »

20 г.

Тольятти 2016

Аннотация

Объектом исследования является испытательный комплекс системы усилителя руля .

Задача работы заключалась в разработке стенда для общего или поэлементного диагностирования гидравлических усилителей рулевого управления.

Первый раздел содержит подробный разбор состояния вопроса и анализ известных **испытательных комплексов**. Второй раздел включает в себя разработку функциональной схемы. В третьем разделе разработана **гидравлическая принципиальная схема испытательного комплекса**. В **четвертом разделе произведен расчет и** выбор основных элементов испытательного комплекса. В пятом рассмотрен процесс проведения диагностирования на стенде. В разделе «Безопасность и экологичность» был освещен выбор методов и средств индивидуальной защиты при работе с испытательным комплексом.

Настоящая работа состоит из 55 страниц пояснительной записки и 6 листов графического материала на форматах А1.

Содержание

Введение	5
1 Анализ состояния вопроса	7
1.1 Принцип работы системы гидравлического усилителя руля	7
1.2 Методы испытаний рулевого механизма автомобилей	12
1.3 Анализ существующих испытательных комплексов	14
2 Разработка функциональной схемы	18
3 Разработка гидравлической принципиальной схемы испытательного комплекса	23
4 Расчёт и выбор основных элементов испытательного комплекса	27
4.1 Выбор рабочей жидкости	27
4.2 Определение потерь давления на участках гидравлической системы	27
4.3 Расчет давления жидкости на выходе из насоса	32
4.4 Расчет производительности насоса	32
4.5 Выбор электродвигателя испытательного комплекса	33
5 Подготовка и проведение испытаний	35
5.1 Общие положения	35
5.2 Проверка на работоспособность штока цилиндра	36
5.3 Проверка плавности поворота рулевого колеса.	
5.4 Проверка герметичности и прочности	40
5.5 Характеристики распределителя рулевого механизма	41
6 Безопасность и экологичность технического объекта	45
6.1 Конструктивно–технологическая характеристика объекта	45
6.2 Идентификация производственно–технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	46

6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков	47
---	-----------

6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно–технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).	48
---	-----------

6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.	50
--	-----------

Заключение	53
-------------------	-----------

Список используемой литературы	54
---------------------------------------	-----------

Введение

С каждым годом в мире возрастает автомобильное движение. С такой тенденцией важное значение приобретает повышение безопасности движения путем улучшения элементов конструкции автотранспортного средства.

Одним из важных факторов, воздействующих на безопасность движения является конструкция рулевого управления, которое очень сильно влияет на взаимодействие водителя автомобиля с дорогой. Рулевое управление отвечает за очень важный элемент устойчивости автомобиля, который называется управляемость. Управляемость автомобиля – это качество, обеспечивающее способность транспорта изменять траекторию движения при повороте руля или сохранять и удерживать заданное водителем направление. Для большей безопасности движения важно, чтобы водитель не затрачивал много усилий для поворота колес автомобиля и поэтому в конструкцию рулевого управления добавляют различные типы усилителей.

Водить автомобиль с усилителем гораздо удобней и комфортней, потому что усилитель практически берет работу по повороту колес на себя, снижается общая физическая нагрузка на водителя. Рулевой механизм с усилителем также позволяет установить в транспорте руль меньшего диаметра, что в свою очередь позволяет уменьшить передаточное число рулевого механизма. Из этого следует, что для поворота колес потребуются гораздо меньше оборотов рулевого колеса. Это усовершенствование делает автотранспортное средство более отзывчивым и маневренным.

Усилитель руля является одним из важных элементов рулевого управления. Выход из строя усилителя может привести к авариям на дороге. Поэтому обслуживание и диагностика усилителя должны быть своевременными.

Для диагностики и ремонта усилителя используются специальные стенды. Но информация, получаемая в процессе испытаний усилителей на стендах известных конструкций, позволяет судить лишь о работоспособности в целом и порой этой информации оказывается попросту недостаточно для того, чтобы найти неисправность.

Данная работа посвящена разработке испытательного комплекса системы усилителя руля, которая будет представлять собой стенд для

диагностики усилителя и его компонентов, реализующий возможность как общих испытаний, так и поэлементных.

Усилители руля бывают гидравлические, электрогидравлические и электрические. Разрабатываемый стенд будет предназначен для испытания гидравлических усилителей руля по причине того, что им чаще оснащают автотранспортные средства.

Основанием для разработки выбранной темы работы является необходимость достижение максимальной безопасности и наибольшего комфорта при вождении автомобиля, оснащенным рулевым управлением с усилителем путем разработки испытательного комплекса, предварительно проверяющего гидравлический усилитель на надежность. Задача стенда определять предел усилий на рулевом колесе; сохранение кинематических связей рулевого управления; высокую чувствительность и быстродействие на любом режиме работы двигателя; предотвращение передачи толчков от колес на рулевое колесо и устранение препятствования стабилизации управляемых колес.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что техническое состояние рулевого управления автомобиля непосредственно влияет на безопасность движения.

1 Анализ состояния вопроса

1.1 Принцип работы системы гидравлического усилителя руля

Гидравлический усилитель добавлен в рулевое управление большинства современных машин. Он обеспечивает улучшение условий труда водителя и обеспечивает безопасность движения, что делает его одной из самых важных подсистем в конструкции автомобиля. Но надежность и исправность такого значимого устройство зависит от своевременного

обслуживания. На рисунке 1.1 представлены все основные компоненты входящие в состав гидравлического усилителя.

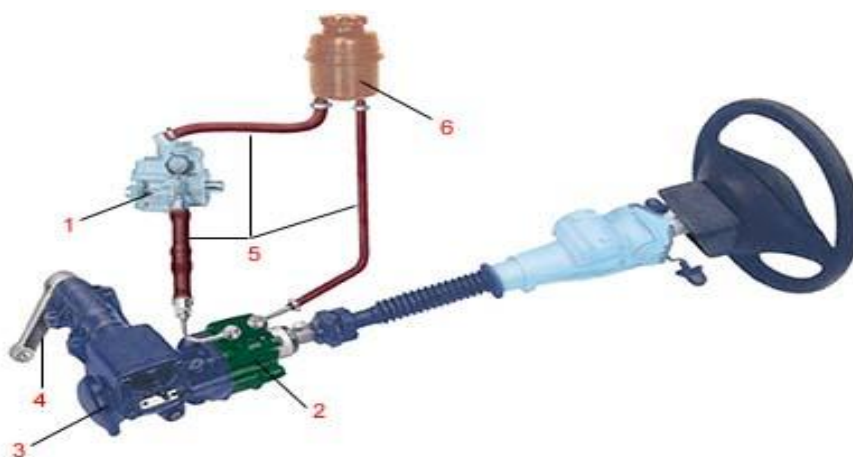


Рис. 1. Гидроусилитель с гидроцилиндром в рулевом механизме:
1 — насос; 2 — корпус распределителя; 3 — рулевой механизм;
4 — рулевая сошка; 5 — соединительные шланги; 6 — бачок.

1 — насос; 2 — корпус распределителя; 3 — рулевой механизм; 4 — рулевая сошка; 5 — соединительные шланги; 6 — бачок.

Рисунок 1.1 – Гидравлический усилитель с гидроцилиндром в рулевом механизме.

Принцип действия усилителя заключается в том, что при повороте рулевого колеса сначала приводится в действие распределительный орган (распределитель), управляющий потоком рабочей среды, направляемой в силовой цилиндр из насоса. При достижении в цилиндре необходимого давления поршень поворачивает связанные с ним управляемые колеса. При этом обратная жесткая связь между колесами и распределительным органом закрывает клапан, и движение потока рабочей среды прекращается.

Задача насоса обеспечивать циркуляцию жидкости и поддержание давления в системе. Обычно в гидравлическом усилителе используют пластинчатые насосы, потому что они обладают наиболее низкой чувствительностью к износу рабочей поверхности и высоким КПД.

Поток жидкости направляется распределителем в нужную часть гидроцилиндра или в бачок. Работа гидроцилиндра заключается в том, чтобы преобразовывать давление жидкости в движение поршня и штока,

который в свою очередь поворачивает колеса, через систему рычагов. Все пары трения смазывает специальное масло, которые также передает усилие от насоса к гидроцилиндру. Вся рабочая жидкость содержится в бачке. В бачке есть фильтр и щуп, чтобы определять уровень. Жидкость протекает через систему соединительных шлангов. Насос и распределитель соединены шлангом высокого давления, а через шланги низкого давления рабочая жидкость, поступает в насос из бачка, а потом обратно возвращается в распределитель.

На рисунке 1.2 продемонстрирована подробная схема работы гидравлического усилителя руля. На не видно что, при поворачивании руля золотник перемещается и перекрывает сливную магистраль. Под действием давления масло поступает в одну из свободных полостей цилиндра. На поршень и шток действует жидкость заставляя колеса поворачиваться. Корпус распределителя начинает перемещаться в сторону направления движения золотника. Когда рулевое колесо останавливается, золотник прекращает движение и его настигает корпус распределителя. Таким образом распределитель возвращает в нейтральное положение, сливная магистраль вновь открывается, поворот колес остановлен.

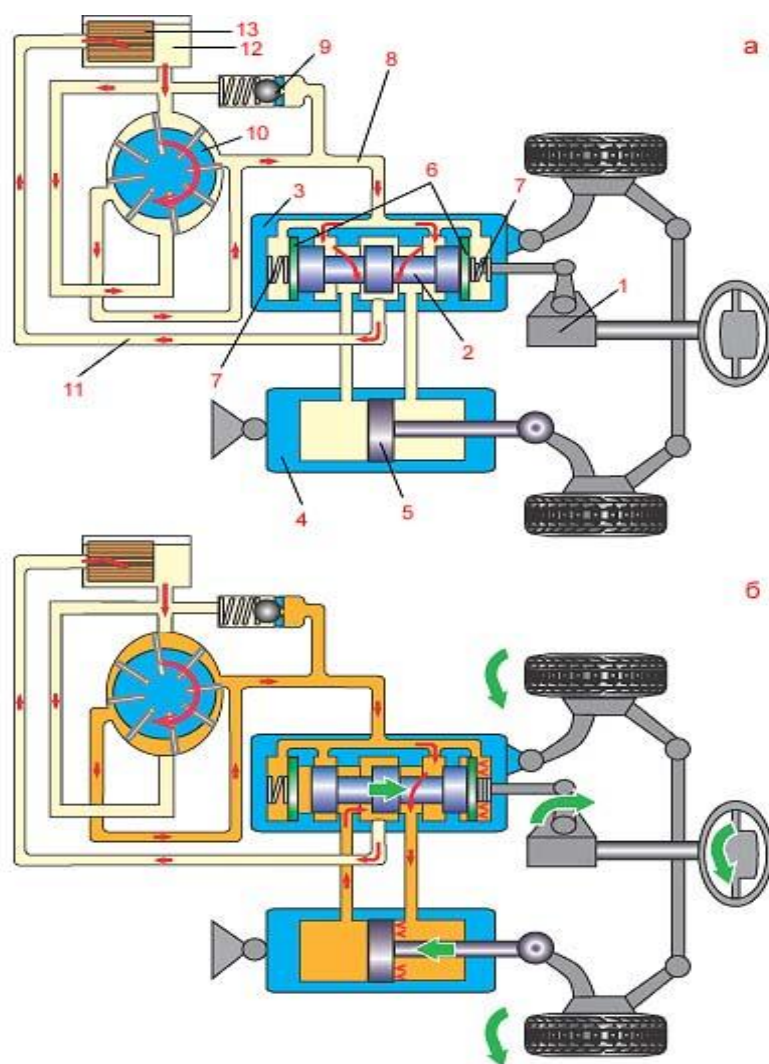
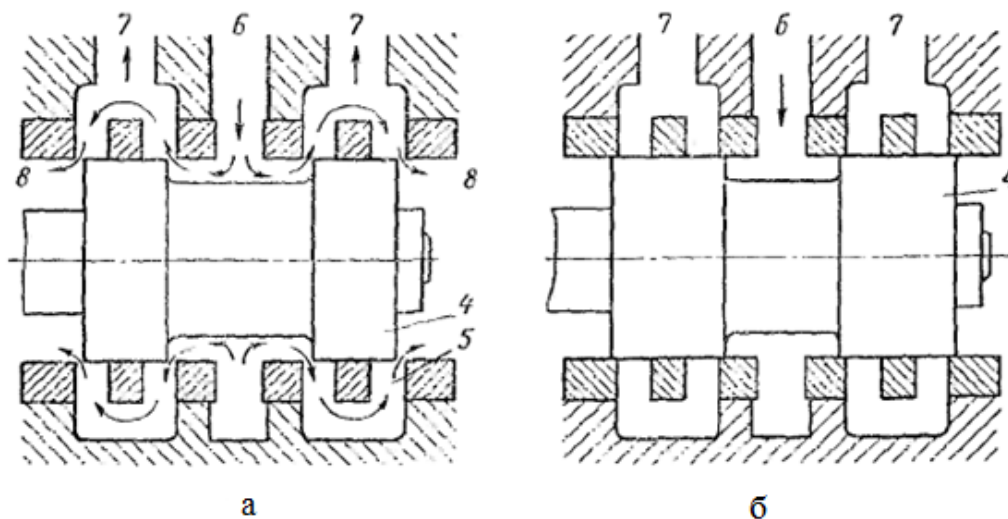


Рис. 2. Схема работы гидроусилителя с осевым распределителем:
а — при неподвижном руле; б — при повороте руля; 1 — рулевой механизм; 2 — золотник; 3 — корпус распределителя; 4 — гидроцилиндр; 5 — поршень гидроцилиндра; 6 — реактивная шайба; 7 — центрирующая пружина; 8 — нагнетательная магистраль; 9 — клапан; 10 — насос; 11 — сливная магистраль; 12 — бачок; 13 — фильтр.

а — при неподвижном руле; б — при повороте руля; 1 — рулевой механизм; 2 — золотник; 3 — корпус распределителя; 4 — гидроцилиндр; 5 — поршень гидроцилиндра; 6 — реактивная шайба; 7 — центрирующая пружина; 8 — нагнетательная магистраль; 9 — клапан; 10 — насос; 11 — сливная магистраль; 12 — бачок; 13 — фильтр.

Рисунок 1.2 – Схема работы гидравлического усилителя руля

Схема действия распределителя гидравлического усилителя с непрерывной циркуляцией жидкости показана на рисунке 1.3 (а). Два гребня 4 золотника расположены в гильзе между четырьмя щелями 5, из которых две напорные соединяют центральный напорный канал 6 с каналами 7, идущими в обе полости силового цилиндра.



а – усилитель с непрерывной циркуляцией жидкости; б – усилитель с периодической подачей жидкости

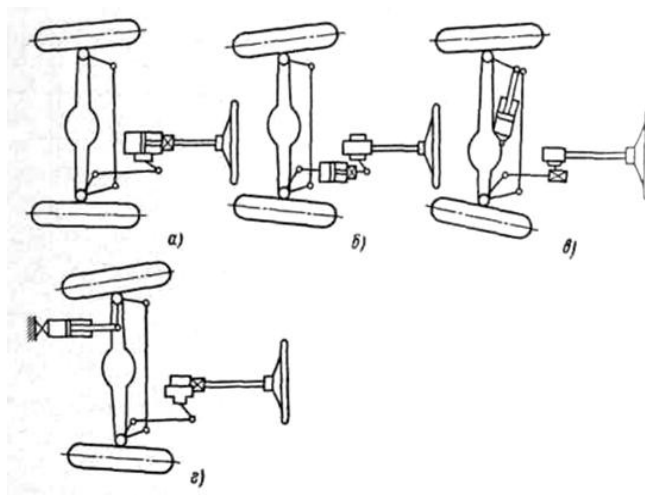
Рисунок 1.3 – Принцип действия распределителя

Другие две щели сливные и соединяют полости цилиндра с каналами 8, отводящими жидкость на слив. Принцип действия золотника нового распределителя с непрерывной циркуляцией жидкости заключается в том, что возникающее в силовом цилиндре усилие создается за счет разности давлений в обеих его полостях, образующихся вследствие изменения сопротивления проходных сечений, через которые идет поток жидкости. Это достигается путем перемещения золотника вдоль его оси. При этом одна из напорных щелей, относящаяся к одной полости силового цилиндра, расширяется, а другая щель, относящаяся ко второй его полости – сужается. В то же время сливная щель, относящаяся к первой полости, сужается, а ко второй – расширяется.

Распределитель усилителя с периодической подачей рабочей среды применяется в гидравлических и пневматических усилителях. В распределителе гидравлического усилителя на рисунке 34 (б) каналы 7, сообщающиеся с силовым цилиндром, перекрыты гребнями 4 золотника, а при его перемещении жидкость под давлением из канала 6 направляется в один из каналов 7 и далее в одну из полостей силового цилиндра. Из другой его полости жидкость по другому каналу идет на слив.

Гидравлический усилитель классифицируется также по типу компоновки его элементов. Известно несколько способов компоновки

элементов гидравлических усилителей, каждый из которых имеет свои особенности, например компактность конструкции или возможность раздельного размещения всех элементов усилителя. Примеры компоновки приведены на рисунке 1.4.



а) – совместное расположение распределителя, гидроцилиндра и рулевого механизма; б) – совместное расположение распределителя и гидроцилиндра и отдельное расположение рулевого механизма; в) – раздельное расположение распределителя, гидроцилиндра и рулевого механизма; г) – совместное расположение распределителя и рулевого механизма и отдельное расположение гидроцилиндра.

Рисунок 1.4 – Схемы компоновки гидравлического усилителя руля и его элементов

1.2 Методы испытаний рулевого механизма автомобилей

Методы испытаний и параметры, комплексно оценивающие качество рулевого управления с гидравлическим усилителем руля, разработаны достаточно полно. Но несмотря на это получили наибольшее распространение методы оценки рулевого управления по отдельным его элементам. Неизбежные в процессе работы механизмов рулевого управления износ, конструктивные недостатки и производственные погрешности

предопределяют ряд оценочных параметров, а также методы испытаний механизмов рулевого управления. Испытания механизмов рулевого управления разделяются на следующие:

- контрольно–оценочные;
- проверочные, проводимые для определения прочности, надежности, износостойкости и других факторов работы механизмов;
- научно–исследовательские, проводимые для решения отдельных вопросов или комплекса вопросов, связанных с работой механизмов.

Правила и порядок диагностирования рулевых механизмов вместе с гидравлическими усилителями определяется положениями существующих стандартов. Указанный стандарт устанавливает требования к испытательному стенду, контрольно–измерительным приборам и регламентирует порядок проведения испытаний при определении основных параметров и характеристик рулевого механизма с гидравлическим усилителем рулевого управления. Вместе с тем, как показывает опыт, требований данного стандарта иногда оказывается недостаточно для того, чтобы получить исчерпывающую информацию об испытуемом объекте, что не позволяет однозначно определить характеристики гидравлического усилителя и его компонентов.

Принятый стандарт никогда не предусматривал нахождение нагрузочной характеристики гидравлического усилителя, которая была зависимостью выходного звена от сопротивления повороту управляемых колес

Чтобы гидравлический усилитель работал правильно нужно, чтобы соблюдалось требование обеспечивающие равную скорость поворота колес автомобиля вправо и влево, если требование не соблюдается то поворот в одну сторону будет происходить значительно тяжелее

Также из–за разных дефектов, полученных на стадии изготовления таких компонентов усилителя, как гидравлический насос, регулятор расхода, распределитель, гидроцилиндр скорость поворота у управляемых колес может снизиться. Однако это еще может случиться в процессе эксплуатации поверхностей сопрягаемых деталей.

Может случиться так, что в процессе эксплуатации гидронасос дает требуемое давление, но только его подача уже не соответствует необходимой норме.

Согласно действующей норме гидравлический усилитель пройдет испытания и будет признан работоспособным, ведь требуемый момент он создает, но необходимый уровень подачи для поворота управляемых колес автотранспортного средства на требуемой скорости он уже не обеспечит.

Помимо этого в текущем стандарте определение характеристик гидравлических компонентов не было регламентировано. Это значит стандарт не предусматривает проведение поэлементного испытания усилителя в состав которого входят насос, распределитель, цилиндр и регулятор расхода.

Скорость поворота управляемых колес на стенде в зависимости от компоновочной схемы гидравлического усилителя можно оценивать по скорости поворота сошки рулевого механизма (для рулевого механизма с гидравлическим усилителем руля интегрального типа) либо по скорости штока цилиндра гидравлического усилителя (для других компоновочных схем гидравлического усилителя).

Техническое состояние рулевого управления автомобиля непосредственно влияет на безопасность движения. Поэтому к его состоянию предъявляются повышенные требования.

1.3 Анализ существующих испытательных комплексов

Известна конструкция стенда для испытания усилителей на котором можно проводить испытания не только гидравлических усилителей в сборе, а также отдельно насосов, путем имитации силового воздействия со стороны управляемых колес. Конструктивная схема стенда приведена на рисунке 1.5. В этом стенде контролируются такие технические параметры, как люфт, усилие поворота, давление, расход жидкости и частота вращения вала привода.



Рисунок 1.5 – Стенд для испытания ГУР

Но такая конструкция стенда не позволяет проводить поэлементное диагностирование системы усилителя, так как на стенде нет места для цилиндра гидравлического усилителя, также отсутствует нагрузочное устройство для создания сопротивления колес, нет возможности, чтобы оценить скорость выходного звена, то есть сошки рулевого механизма. На стенде присутствует нагрузочное устройство, но он необходим только для определения КПД рулевого механизма. Испытать поэлементно устройства гидравлического усилителя на данном стенде не представляется возможным. В конструкции отсутствует термометр, поэтому во время испытаний нельзя поддерживать температурный режим. В таблице 1.1 приведены его технические характеристики.

Таблица 1.1 – Технические характеристики стенда ГУР

№ п/п	Наименование показателей, единиц измерения	Значение показателей
1.	Мощность привода гидронасоса ГУР, кВт	5,5
2.	Напряжение электропитания стенда	380 В, 50 Гц.
3.	Габаритные размеры, мм	1600x800x1500
4.	Масса стенда (без заправки рабочей жидкостью), кг	не более 200
5.	Объем заправки рабочей жидкостью, л	200
6.	Срок службы, лет	не менее 5

Известен другой вариант стенда для испытания и регулировки усилителя руля. Его внешний вид представлен на рисунке 1.6.



**Рисунок 1.6 – Стенд для испытания и регулировки гидронасосов
КИ-28097-02М**

Этот стенд совмещает диагностику рулевого механизма с возможностью проведения испытаний для различных гидроагрегатов, насосов–дозаторов, усилителей потоков, предохранительных клапанов, гидронасосов. На нем установлено динамометрическое колесо, позволяющие определять крутящий момент, свободный ход и угол сошки гидравлического усилителя. Эта модель обладает широким функционалом для регулировки различных гидроагрегатов. На стенде можно определять с помощью динамометрического колеса крутящий момент, свободный ход и угол поворота сошки гидравлического усилителя. Однако этот стенд не является универсальным комплексом для испытания всех гидравлических усилителей руля, потому что он рассчитан на рулевой механизм нейтрального типа. И что самое главное ход поршня нагрузочного устройства в стенде не соответствует ходу поршня цилиндра усилителя, что сказывается на отсутствии возможности обеспечить равенство расходов через дроссель при срабатывании усилителя при повороте вправо и влево и нет постоянной нагрузки от хода штока цилиндра гидравлического усилителя. Его технические характеристики приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технические характеристики стенда КИ–28097–02М

Тип, управление	стационарный, ручное
Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	17,5 (175)
Давление открытия предохранительного клапана, МПа (кгс/см ²)	2 (230)
Расход рабочей жидкости, л/мин	8–250
Предел допустимой относительной погрешности:	
при измерении объёмной подачи, %	±0,5
при измерении давления, %	±1,5
при измерении оборотов, %	±1,5
Привод	клиноременный, от электродвигателя
Электродвигатель	АИР–180М4
Мощность, кВт	30

Продолжение таблицы 1.2

Напряжение, В	380
Частота вращения вала, об/мин	1470
Частота вращения вала привода насоса, об/мин	1245± 18
Охлаждение рабочей жидкости	водяное
Номинальная температура рабочей жидкости, °С	50±5
Характеристика рабочей жидкости	минеральное масло М–6/10–В, М–10–Г ₂
Габаритные размеры, мм	1650x875x2600
Масса станда без комплекта принадлежностей, кг	800
Количество рабочей жидкости для работы станда, л	90

2 Разработка функциональной схемы

Усилитель рулевого управления испытывается на стенде в лабораторных условиях или на автомобиле в условиях эксплуатации.

В соответствии с установленными оценочными параметрами и критериями определяют его характеристики. Отдельные элементы усилителей можно испытывать на том же комплексном стенде, что и усилитель в сборе, или на специальных стендах. Отдельные испытания производят при помощи специальных приборов и устройств

Наибольшее влияние на работу усилителя оказывают конструкция распределителя и его размещение в системе рулевого управления. Распределитель оценивают по усилию и углу поворота рулевого колеса, при которых усилитель включается в действие. Известно, что на работу усилителя влияют конструктивные факторы основных его элементов. При исследовании на стенде влияния какого-либо изменяемого фактора на изучаемые параметры, характеризующие работу усилителя или его элементов, необходимо, чтобы все другие факторы были постоянны. Это можно выполнить при испытаниях на специальном стенде, но условия

работы усилителя на стенде должны быть близкими к эксплуатационным. В отдельных случаях применяются форсированные условия испытаний.

На автомобиле в условиях эксплуатации усилитель оценивают качественно и количественно и определяют те же показатели и параметры, что и в лабораторных условиях. В отличие от стендовых испытаний, где результаты получаются в зависимости от произвольно изменяемого фактора (например, сопротивления повороту), при испытаниях на автомобиле на результаты влияют сопротивления управляемых колес повороту, возникающие в естественных условиях эксплуатации

Безопасность движения в первую очередь зависит от технического состояния рулевого механизма автотранспортного средства. Гидравлический усилитель, как самую важную подсистему рулевого управления своевременно диагностировать и осматривать. Чтобы получить необходимую информацию о состоянии усилителя для того, чтобы выявить неисправность мной был разработан испытательный комплекс системы усилителя руля для рулевого управления с гидравлическим усилителем

На основании изложенного были выполнены следующие требования:

- на стенде можно определить все параметры и характеристики рулевого механизма с гидравлическим усилителем;

- стенд является универсальным – это означает что в нем реализована возможность испытаний рулевых механизмов с гидравлическими усилителями, выполненными по всем известным компоновочным схемам (интегральной, наполовину интегральной и нейтральной)

- стенд дает возможность проведения на стенде как общего испытания рулевого механизма с гидравлическим усилителем в сборе, так и поэлементного испытания гидравлического усилителя.

В соответствии с правилами требованиями стандартов регламентирующими порядок проведения испытаний разработанный стенд экспериментально определяет параметры и характеристики показанные на рисунке 2.1

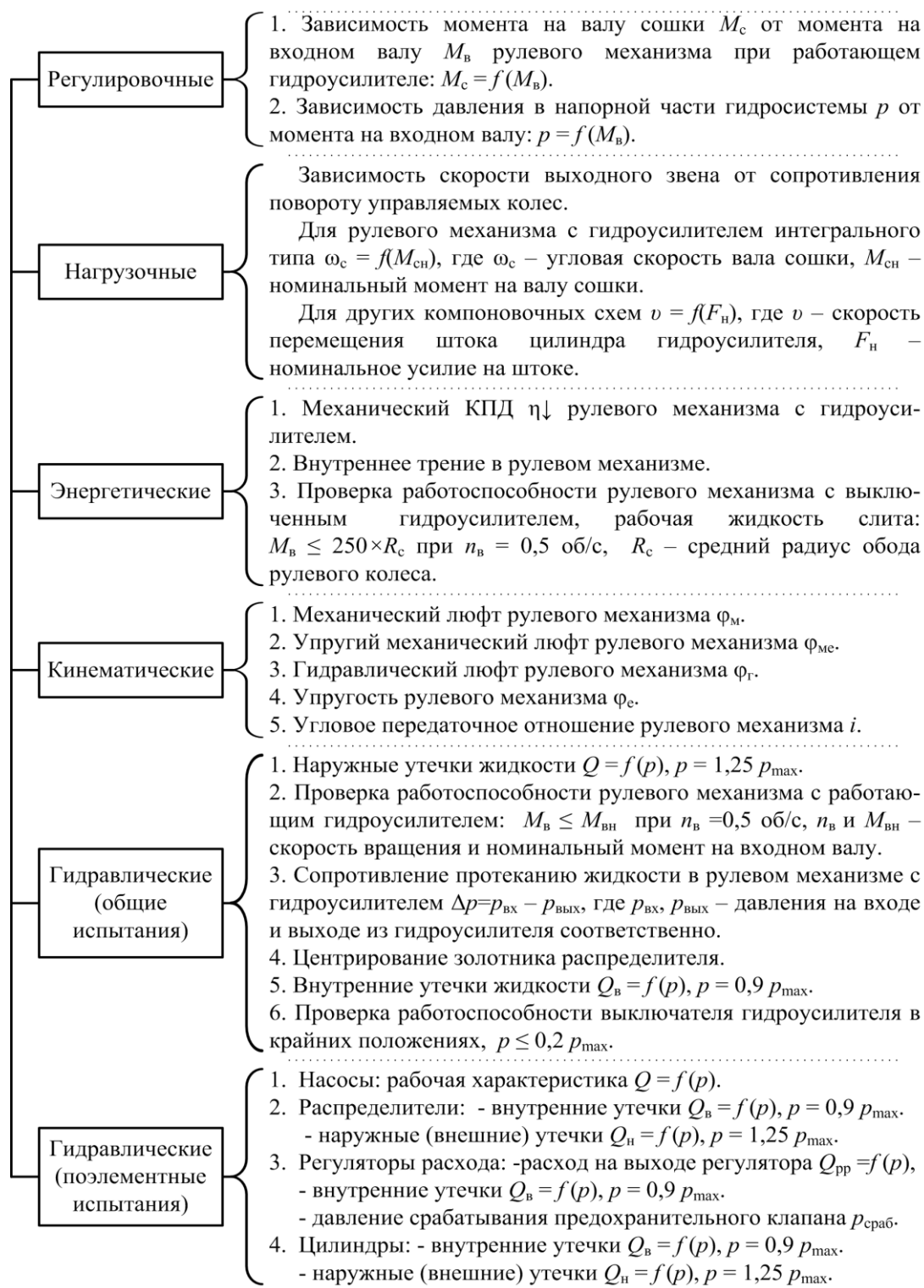


Рисунок 2.1 – Экспериментально определяемые параметры и характеристики рулевого механизма с гидравлическим усилителем.

На рисунке 2.2 представлена функциональная схема испытательного стенда.



Рисунок 2.2 – Функциональная схема испытательного комплекса системы гидравлического усилителя руля

Разработанный стенд включает в себя две совершенно разные системы, предназначенные для независимого диагностирования рулевых механизмов с гидравлическим усилителем самых разных типов. Благодаря такому разделению на стенде есть возможность испытания отдельно взятых компонентов.

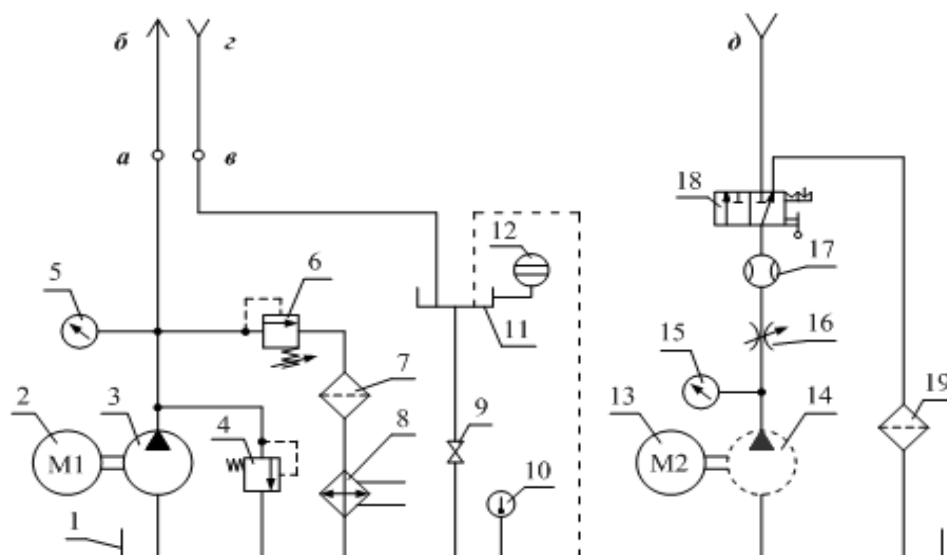
Обе системы имеют один общий гидробак и приводятся в действия от вращения электродвигателей, установленных на стенде. Все сведения получаемые во время диагностики отображается в специальном блоке управления и отображения информации.

В первой подсистеме реализована возможность для испытания отдельно взятого элемента гидравлического усилителя, такого как распределитель. Для проведения диагностики изделие подключают к напорной гидравлической линии, для контроля уровня давления и потока жидкости при испытаниях в подсистеме используются запирающие и регулирующие элементы, чтобы определить полный ход золотника распределителя. Данная подсистема позволяет определять также наличие внешних утечек рабочей жидкости, а также фиксирует внутренние утечки внутри распределителя.

Вторая подсистема предназначена для диагностики гидравлического усилителя в сборе. Это подсистема включает в себя электродвигатель, питающий рабочей жидкостью испытываемый насос закрепленного в кронштейне гидравлического усилителя. Для полного определения всех характеристик усилителя подсистема включает в себя для этой цели имитатор руля и нагрузочное устройство, чтобы определять усилие на рулевом колесе и угол его поворота, суммарное угловое перемещение, упругость рулевого механизма и механический коэффициент полезного действия. Скорость поворота колес на данном стенде оценивается по скорости поворота сошки рулевого механизма. Вся информация полученная в процессе диагностики на этом данном стенде позволит судить о работоспособности в целом всего гидравлического усилителя и его компонентов.

3 Разработка гидравлической принципиальной схемы испытательного комплекса

Гидравлическая принципиальная схема стенда представлена на рисунке 3.1.



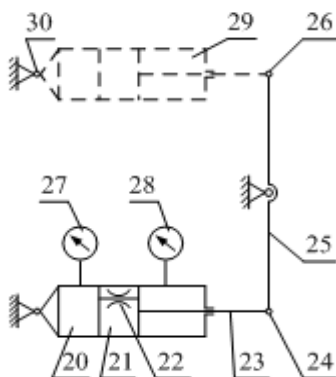
1 – бак; 2 – электродвигатель; 3 – насос стенд; 4 – предохранительный клапан; 5 – рукав высокого давления *аб*; 6 – переливной клапан; 7 – фильтр; 8 – теплообменник; 9 – вентиль; 10 – термометр; 11 – мерный бак; 12 – указатель уровня; 13 – электродвигатель; 14 – место для насоса гидравлического усилителя; 15 – манометр; 16 – регулируемый дроссель; 17 – расходомер; 18 – переключатель насоса; 19 – фильтр;

Рисунок 3.1 – Гидравлическая принципиальная схема стенда для общего и поэлементного испытаний гидравлических рулевого управления

Для диагностики на штоке цилиндра должна быть нагрузка и с этой целью используется нагрузочное устройство, показное на рисунке 3.2

Вспомогательный цилиндр по сути является тем же гидроцилиндром, но при этом обеспечивает постоянную нагрузку не обращая внимания на ход штока цилиндра усилителя. У нагрузочного устройства есть панель, куда ставятся манометры и также есть кронштейн, куда крепятся все остальные элементы.

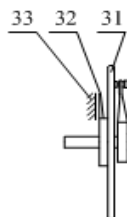
Нагрузка создается посредством ограничения потока жидкости в цилиндре–нагружателе. Равенство расходов через дроссель обеспечивается геометрическим соответствием поршня, штока и цилиндра усилителя.



20 – цилиндр–нагружатель; 21– поршень цилиндра; 22 – гидродроссель 23 – цилиндрического стержень; 24 – крепеж; 25 – рычаг; 26 – шарнир; 27 – манометр; 28 – манометр; 29 – цилиндр; 30 – опора для цилиндра.

Рисунок 3.2 – Нагрузочное устройство

На рисунке 3.3 изображен имитатор руля, который ставится на стенд. К нему крепится также шкала и указатель угла поворота.



31 – указатель угла поворота; 32 – динамометрическое колесо; 33 – шкала угла поворота.

Рисунок 3.3 – Имитатор руля

На рисунке 3.4 продемонстрирована схема испытания гидравлического усилителя руля. На ней видно, что распределитель

установлен и закреплен на кронштейне и находится отдельно от силового цилиндра.

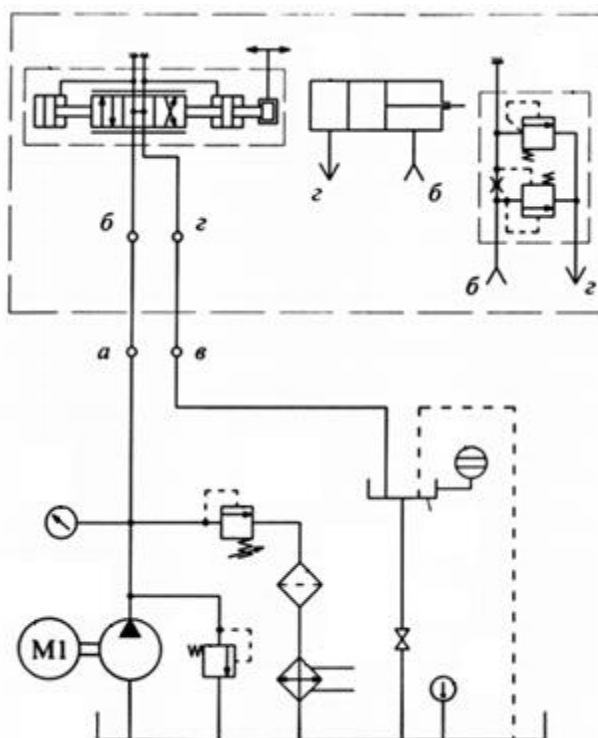


Рисунок 3.4 – Схема установки распределителя, цилиндра, регулятора расхода в подсистему для поэлементного диагностирования гидравлического усилителя.

Распределитель соединен со стендом с помощью гидравлической линии. При подготовке к диагностированию закрывается вентиль стенда. Золотник распределителя должен занять крайнее положение, то есть происходит имитация поворота входного вала в одном направлении, а потом в другом. Манометр показывает текущие давление, с помощью переливного клапана можно изменить уровень давления на требуемый.

Схема испытания в которой силовой цилиндр находится отдельно, а рулевой механизм находится рядом с распределителем изображена на рисунке 3.5. Имитатор руля закрепляется на валу рулевого механизма. На выходном валу крепится сошка. Порядок диагностирования по этой схеме следующий. Включается электродвигатель привода насоса гидравлического усилителя руля.

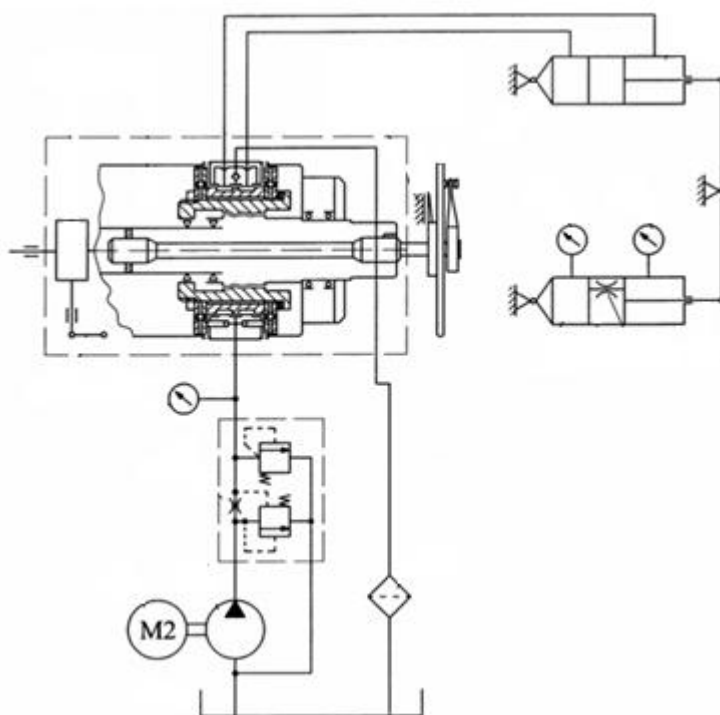


Рисунок 3.5 – Схема диагностирования гидравлического усилителя с размещением распределителя в одном блоке с рулевым механизмом и автономным расположением цилиндра.

Состояние усилителя оценивается по показаниям манометров. Угол поворота отображается на шкале имитатора руля. Для испытания давление в распределителе должно чуть превышать давление при среднем положении золотника. Суммарный угол поворота, который вообще возможен является гидравлическим люфтом. Чтобы определить крутящий момент на валу имитатора руля, повышают давление в полости распределителя. Для определения КПД надо открепить сошку и нагрузить достаточным крутящим моментом. При отключенном насосе и зафиксированной сошке можно найти упругий механический люфт, который определяется суммарным угловым перемещением входного вала в двух противоположных позициях.

4 Расчёт и выбор основных элементов испытательного комплекса

4.1 Выбор рабочей жидкости

Главным критерием, по которому производится выбор рабочей жидкости для разрабатываемого стенда является вязкость при давлении

жидкости $p \leq 6,3 \text{ МПа}$. Если вязкость рабочей жидкостью будет слишком большой, то ее движение по гидравлической системе будет затруднено. Потребуется больше мощности для преодоления трения из-за этого работа элементов системы может быть нарушена

Рассчитываем давление рабочей жидкостью, используя данные гидропривода из таблицы 4.1.

$$(4.1)$$

Таблица 4.1 — Ориентировочные данные для расчета гидропривода

Нагрузка на рабочем органе насоса R, Н	Максимальная рабочая подача V, м/с	Диаметр поршня гидроцилиндра D, м	Диаметр штока d, м	Максимально допустимая температура масла в баке M, °C
25000	0.06	0,125	0,05	45

При таком давлении оптимальным выбором будет жидкость марки ИГП–18. кинематическая вязкость при температуре 50°C $\nu = (16,5–20,5) \text{ м}^2/\text{с}$; плотность $\rho = 880 \text{ кг/м}^3$.

4.2 Определение потерь давления на участках гидравлической системы

Существует два вида потерь на участках гидравлической системы. Потери из-за длины гидравлических линий, происходящие из-за воздействия сил гидравлического трения. Потери, причины которых заключаются в деформации жидкости при протекании через элементы гидравлической системы, соединительную аппаратуру и через различные устройства.

Рассчитываем максимальный расход масла:

$$(4.2)$$

Определяем внутренний диаметр гидравлической линии:

Для нагнетательной гидравлической линии

(4.3)

для сливной гидравлической линии

(4.4)

жный расход масла на данном участке гидравлической системы;

F – площадь проходного сечения;

d – внутренний диаметр трубопровода.

Выбираем диаметр на различных участках гидравлической системы:

- для всасывающей гидравлической линии $d=0.025$ м;
- для нагнетательной гидравлической линии $d=0.02$ м;
- для сливной г гидравлической линии $d=0.02$ м;

Рассчитываем скорости потока для различных участков гидравлической системы:

(4.5)

Для всасывающей гидравлической линии

(4.6)

– для нагнетательной гидравлической линии

(4.7)

– для сливной гидравлической линии

(4.8)

Для отдельных участков гидравлической системы режим течения определяем безразмерный числом Рейнольдса:

(4.9)

где V_M – скорость течения масла на рассматриваемом участке гидравлической системы при обеспечении рабочей подачи выходного звена привода

d –внутренний диаметр трубопровода рассматриваемого участка гидравлической системы;

ν – кинематическая вязкость жидкости.

–для всасывающей гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{вс}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.10)$$

–для нагнетательной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{наг}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.11)$$

–для сливной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{слив}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.12)$$

Рассчитываем потери давления:

$$\Delta p_{\text{тр}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.13)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения;

l и d – длина и диаметр трубопровода рассматриваемого участка гидравлической системы;

V_M – скорость течения масла на рассматриваемом участке гидравлической системы при ее работе в режиме рабочей подачи;

ρ – плотность масла.

Определяем коэффициент гидравлического трения:

$$\lambda = \frac{k}{Re} \quad (4.14)$$

где $k=75$ – для жестких трубопроводов.

Потери давления по длине в трубопроводах:

–для всасывающей гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{вс}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.15)$$

–для нагнетательной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{наг}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.16)$$

– для сливной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{слив}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho V_M^3}{2} \quad (4.17)$$

31

Рассчитываем потери давления в различных местных сопротивлениях на участках гидравлической системы по формуле:

$$\Delta p_{\text{м}} = \xi \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{м}}^2}{2} \quad (4.18)$$

где $V_{\text{м}}$ – скорость масла в местных сопротивлениях рассматриваемого участка системы;

ξ – коэффициенты сопротивления для ряда последовательно расположенных местных сопротивлений.

Потери давления в различных местных сопротивлениях:

– для всасывающей гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{вс}} = \xi_{\text{вс}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{вс}}^2}{2} \quad (4.19)$$

– для нагнетательной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{наг}} = \xi_{\text{наг}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{наг}}^2}{2} \quad (4.20)$$

– для сливной гидравлической линии

$$\Delta p_{\text{сл}} = \xi_{\text{сл}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{сл}}^2}{2} \quad (4.21)$$

Потери давления в гидроаппаратуре:

Фильтр всасывания:

$$\Delta p_{\text{фв}} = \xi_{\text{фв}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{фв}}^2}{2} \quad (4.22)$$

Фильтр сливной:

$$\Delta p_{\text{фсл}} = \xi_{\text{фсл}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{фсл}}^2}{2} \quad (4.23)$$

Гидравлический клапан давления:

$$\Delta p_{\text{кд}} = \xi_{\text{кд}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{кд}}^2}{2} \quad (4.24)$$

Распределитель:

$$\Delta p_{\text{р}} = \xi_{\text{р}} \cdot \frac{\rho \cdot V_{\text{р}}^2}{2} \quad (4.25)$$

Рассчитываем суммарные потери при движении рабочей жидкости по формуле:

$$\Delta p_{\text{сум}} = \Delta p_{\text{л}} + \Delta p_{\text{м}} + \Delta p_{\text{а}} \quad (4.26)$$

Определяем потери отдельно для каждой линии гидравлической системы:

– для всасывающей гидравлической линии

$$\boxed{\boxed{\hspace{1.5cm}} \quad (4.27)}$$

– для нагнетательной гидравлической линии

$$\boxed{\boxed{\hspace{1.5cm}} \quad (4.28)}$$

– для сливной гидравлической линии

$$\boxed{\boxed{\hspace{1.5cm}} \quad (4.29)}$$

Из расчета потерь давления на участках гидравлической системы можно сделать вывод о том, что потери местных сопротивлений является преобладающими. Для избегания больших потерь стенд должен быть компактным и не содержать в себе протяженных гидравлических линий

4.3 Расчет давления жидкости на выходе из насоса

Рассчитываем давление в напорной полости гидроцилиндра:

$$\boxed{\boxed{\hspace{3cm}} \quad (4.30)}$$

Рассчитываем максимальное давление жидкости на выходе из насоса:

$$\boxed{\boxed{\hspace{1.5cm}} \quad (4.31)}$$

4.4 Расчет производительности насоса

☐ Расход жидкости, создаваемый насосов в напорной гидравлической линии системы, на своем пути к электродвигателю уменьшается в следствие утечек в аппаратах :

$$\boxed{\boxed{\hspace{3cm}} \quad (4.32)}$$

$$\boxed{\boxed{\hspace{2cm}} \quad (4.33)}$$

$$\boxed{\boxed{\hspace{2.5cm}} \quad (4.34)}$$

$$\boxed{\boxed{(4.35)}}$$

$$\boxed{\boxed{(4.36)}}$$

суммарные утечки в системе:

$$\boxed{\boxed{\quad}} \quad (4.37)$$

рассчитываем необходимую производительность насоса

$$\boxed{\boxed{(4.38)}}$$

где Q_{max} – расход жидкости через двигатель. Это необходимый параметр для обеспечения максимальной заданной скорости рабочего органа насоса;

$\eta_{он} = 0,85$ –объемный КПД насоса;

$\eta_{од} = 0,95$ –объемный КПД двигателя;

k – коэффициент гидравлического трения.

По производительности и максимальному давлению осуществляется выбор насоса из справочной литературы. Выбираем модель Г12–54АМ

В таблице 4.2 представлены его технические характеристики.

Таблица 4.2 – Технические характеристики насоса Г12–54АМ

4.5 Выбор электродвигателя испытательного комплекса

Рассчитываем требуемую номинальную мощность электродвигателя:

$$(4.39)$$

где η_H и η_{ε} – КПД насоса и электродвигателя, k – коэффициент запаса.

Производим выбор электродвигатель, ориентируясь на подсчитанное значение N_3 . Из справочной литературы выбираем ближайший больший по мощности асинхронный электродвигатель модели АИР132М4У3. Его технические характеристики приведены в таблице 4.3

Таблица 4.3 – Основные технические характеристики электродвигателя АИР132М4У3

Кэф мощн.	I_p / I_n
0,85	7,5

4.5 Тепловой расчет испытательного комплекса

При работе электродвигателя часть мощности превращается в теплоту, поглощаемую рабочей жидкостью из–за этого жидкость нагревается и теряет вязкость.

Рассчитываем потери мощности из–за нагрева жидкости:

$$(4.40)$$

где $\eta_c = 0,7$ – КПД гидравлической системы

Через поверхность бака рабочая жидкость отдает полученное тепло в окружающую среду. Чтобы снизить потери нужно необходимую площадь поверхность бака.

Через поверхность бака рабочая жидкость отдает полученное тепло в окружающую среду

Рассчитываем площадь поверхности бака:

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot \Delta t} \quad (4.41)$$

где k – коэффициент теплопередачи от стенок бака окружающему воздуху,

$\Delta t = 30^\circ \text{C}$ – превышение установившейся температуры масла в баке над температурой окружающей среды.

Рассчитываем объем бака, необходимый для поддержания баланса температуры:

$$V = \frac{Q}{\rho \cdot \Delta t} \quad (4.42)$$

где $k = 60$ – коэффициент теплопередачи от отношения сторон бака.

Рассчитываем окончательный объем бака с условием обеспечения трехминутного расхода насоса

$$V = 180 \text{ л} \quad (4.43)$$

Выбираем бак объемом $V = 180$ л. Размеры: $1,5 \times 0,5 \times 1$ м.

5 Подготовка и проведение испытаний

5.1 Общие положения

Разработанный комплекс системы усилителя руля является универсальным, на нем возможно испытание любых рулевых механизмов, собранных по всем известным схемам, что позволяет ему проводить общие испытания гидравлического усилителя руля и поэлементные. Возможно определение всех характеристик и параметров рулевого механизма. Результаты полученная во время диагностирования позволят судить о работоспособности изделия в целом.

Основные характеристики изделий, а также свойства которые определяются при проведении испытаний:

- герметичность
- работоспособность изделия;

- характеристики и свойства распределителя – Давление в напорной магистрали в зависимости от смещения золотника или угла поворота рулевого вала;

- главная характеристика рулевого механизма – определение усилия и момента на выходящем звене рулевого механизма в зависимости от момента рулевого вала;

- давление в напорной магистрали в зависимости от смещения золотника или угла поворота рулевого вала;

- характеристика давления определяемая в напорной магистрали изменяющаяся от угла поворота рулевого вала и от перемещения золотника;

- обратимость рулевого механизма;

- прочность и надежность изделия.

Функциональные свойства изделия и их оценочные показатели представлены на таблицы 5.1

Таблица 5.1 – Нормируемые показатели рулевых усилителей

Название показателя	Значение
Значение угла поворота рулевого вала , не больше	20°
Значение гидравлический люфта a_0 , не больше	6,5°
Значение Механический люфт, не больше	2,0°
Характеристика упругости люфта, не больше	25°
Несимметричность люфта, не больше	25
Эффективность реактивных свойств распределителя	—
Эффективность реактивного свойства гидравлического усилителя	$(1-3) \times 10^{-2}$ $(0,6-2,5) \times 10^{-2}$ $(0,4-2) \times 10^{-2}$
Значение момента на рулевом вале	КД
Приведение момента трения в приводе распределителя, не больше	КД
Значение КПД полуинтегрального механизма без углового редуктора	0,60
Значение КПД полуинтегрального механизма с угловым редуктором	80
Значение КПД интегрального механизма без углового	75

редуктора интегрального

Значение КПД механизма с 75
угловым редуктором

5.2 Проверка на работоспособность штока цилиндра

Берется шток силового цилиндра, выполненный отдельно от рулевого механизма и из его резьбовых отверстий берут штуцеры на подводящих трубопроводах и отвертывают, также совершают отвертывание транспортных заглушек. Жидкость сливается из цилиндрической полости. Цилиндр вставляют корпусом в пазовую плиту, как показано на рисунке 5.1, а гидравлический усилитель помещается в специальный разъем, как показывает рисунок 5.2. Динамометр соединяют с наконечником штока цилиндра. Шток будет плавно перемещаться от одного положения к другому от приложенных усилий к динамометру. Значения, которые должно принимать прилагаемое усилие указаны в таблице 5.2.

А – насосная станция; Д – гидронасос; 1 – Устройство ограничения давления; 2 – управляющий потоком клапан; 3 – манометр; 4 – силовой цилиндр; 5 – плита; 6 – бак; 7 – шланг для слива.

Рисунок 5.1 – Схема установки для испытаний силового цилиндра рулевого гидравлического усилителя

Таблица 5.2 – Значения усилий, прилагаемых для перемещения штоке

Название показателя	Диаметр, мм			
	≥40	≥80	≥120	≥150
Прилагаемое усилие на штоке цилиндра, Н	От 30 до 40	От 41 до 50	От 51 до 70	От 71 до 90

Шток будет плавно перемещаться от одного положения к другому от приложенных усилий к динамометру. Показания динамометра сообщают текущие усилие и также измеряется ход штока.

Среднее значение по трем уже определенным усилиям является вердиктом. Зачетным усилием заедания является его максимальное значение, полученное в трех испытаниях.

Всего испытание повторяется три раза и окончательным объявляется среднее значение по трем измерениям. Окончательным усилием заедания становится его максимально возможное значение, которые было получено в трех измерениях.

А – насосная станция; Д – гидронасос; 1 – Устройство ограничения давления; 2 – управляющий потоком клапан; 3 – манометр; 4 – гидравлический усилитель; 5 – плита; 6 – редуктор (рулевой механизм) управления распределителем; 7 – бак; 8 – манометр; 9 – шланг для слива; 10 – распределитель

Рисунок 5.2 – Схема установки для испытаний объединенного рулевого гидравлического усилителя

5.3 Проверка плавности поворота рулевого колеса.

На стенд ставится рулевой механизм, как показано на рисунке 3. Рабочая жидкость сливается, открываются штуцеры сливного и напорного трубопроводов. Потом от гидротормоза открывают дроссель. Плавное поворачивают рулевое колесо со скоростью до 4 об/с в одну сторону, потом в другую. Прикладываемое усилие к рулевому колесу должно оставаться постоянным или слегка преувеличиваться с помощью зазоров, имеющихся в рулевой передаче, стремясь к центральному положению руля. На коротком участке увеличивать усилие запрещается.

Измеряются два угла поворота рулевого вала, а также вала сошки или хода рейки при повороте колеса из одного крайнего положения в другое. Следующим шагом определяют сумму углов (5.1), ход рейки (5.2), поворота вала сошки (5.3) по формулам:

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_1 + \alpha_2, \quad (5.1)$$

$$\theta_{\Sigma} = \theta_1 + \theta_2, \quad (5.2)$$

$$l_{\Sigma} = l_1 + l_2, \quad (5.3)$$

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_{\Sigma} \alpha_{\Sigma}, \quad (5.4)$$

где α – угол поворота;

θ – угол поворота вала сошки;

l – ход рейки.

Давление определяется после того, как с помощью рулевого колеса из всей системы был выкачен воздух (поворачивая его из одного положения в другое).

В систему подают горячую жидкость и включают прогрев. Устройство для ограничения давления регулируют до показателя (1,25÷1,5), клапан расхода устанавливают до номинального показателя. Сошку закрепляют в среднем положении. Золотник перемещают сперва в одно крайнее положение, а потом в другое. В течение пяти секунд его удерживают в одном из положений. Смотрят на показание приборной панели определяют магистральное давление. Опыт повторяется несколько раз. Окончательным результатом будут являться средние значения, полученные при поворотах отдельно.

5.4 Проверка герметичности и прочности

Переключают ограничитель давления, регулятор расхода ставят на номинальное значение, изделие ставится на стенд

Собирается система гидравлического усилителя, включается подача рабочей жидкости. Из системы удаляется воздух. Поднимают температуры с 50 °С до 70 °С. Ставится нейтральное положение золотника, снимается нагрузка с рулевого колеса. В течение минуты система поддерживается в рабочем состоянии

Затем устанавливают нейтральное положение золотника, нагрузку на рулевое колесо снимают. Систему поддерживают в рабочем состоянии в течение 1 мин. Затем системы подвергают визуальному осмотру. В среднем положении закрепляют шток или сошку цилиндра. Смещают в крайнее положение с помощью поворота рулевого колеса золотник распределителя.

В напорной магистрали давление повышают до максимума, используя устройство ограничения давления. Повторяется визуальный осмотр на наличие протечек. Испытания повторяют еще три раза при смещении золотника.

При испытании на прочность, рабочая жидкость сливается из системы, открывается выходной штуцер. На стенде прочно закрепляется испытываемое изделие. В среднем положении закрепляют рулевой вал.

К валу подводят момент с помощью гидротормоза. В течении 10 с. Изделие подвергают состоянию загруженности. Затем при визуальном осмотре, если отсутствуют видимые повреждения механизм крепится, в нейтральное положение приводят сошки и вал и идет нагрузка от рулевого вала. К этим элементам подводится максимальный момент.

Пройдя проверку рулевой механизм разбирают и снимают со стенда. Контроль поломок и остаточных деформаций проводят визуально. Различные неисправности не допускаются. Возможны точные геометрические измерения деталей в случае сомнений. При обнаружении дефектов составляют протокол и указывают в нем неисправности.

5.5 Характеристики распределителя рулевого механизма

Собирается на стенде гидравлическая система усилителя. Удаляется воздух из системы через насос. Прогреваются рабочая жидкость. Ограничителем давления регулируют давление. Добиваются производительности клапаном расхода. В среднее положение ставят рейку с сошкой. Для обеспечения плавного поворота вала прикладывается в рулевой момент. Срабатывает клапан давления при повороте вала из стандартного положения. В дальнейшем момент аккуратно уменьшается для того, чтобы вал вернулся в исходное положение. Затем рулевой вал освобождают от нагрузки и тем же способом поворачивают в обратное направление. В конце операции рулевой вал займет исходное положение. Испытание происходит несколько раз. Во время испытания определяется угол поворота вала и момент рулевого колеса. В результате получаем характеристику реактивного свойства и также нагрузочную характеристику распределителя.

С помощью этих характеристик определяют давление холостого хода, давление при не центрировании, гидравлические люфты, углы поворота вала в зависимости от давления, момента рулевого вала, соответствующие усилителю, соответствующий давлению момент рулевого вала.

Следующим шагом необходимо определить эффективность непосредственно реактивных свойств распределителя. Эффективность рассчитывается по формуле (5.5) Рассчитывается момент трения приведенный в приводе распределителя по формуле (5.6)

$$R_0 = \Delta M_p \Delta p, \quad (5.5)$$

$$m_0 = M_{01} - M_{02} \frac{1}{2(M_{01} + M_{02})} = 2 \Delta M_0 M_{01} + M_{02} \quad (5.6)$$

где Δp – давление при не центрировании;

M_p – момент на рулевом валу, соответствующий включению усилителя;

$M_{\max}$ – момент на рулевом валу, соответствующий давлению;

R_0 – эффективность реактивного свойства распределителя, которую определяют по формуле;

m_0 – момент трения, который приводится в приводе распределителя.

Результатом исследования будут средние значения по всем проведенным испытаниям, проведенные отдельно от каждого поворота руля.

Следующим этапом будет определение кинематических характеристик.

Рулевое колесо вновь плавно поворачивается из центрального положения до упора в одну сторону, потом в другую. Весь процесс во время которого поворачивался вал сошки и смещалась рейка непрерывно записывается. Составляется графическая кинематическая характеристика рулевого механизма. Пример приведен на рисунке 5.2. Характеристика продемонстрированная на рисунке 5.2 позволяет определить угол поворота вала из одного положение в другое, угол поворота вала сошки, ход рейки из одного крайнего положения в другое.

По этой характеристики определяют:

n_{Σ} – число поворотов рулевого вала из одной стороны в другую:

$$n_{\Sigma} = a_{\Sigma} 360^{\circ} \quad (5.7)$$

i_{const} – для рулевых механизмов с постоянным передаточным отношением по формуле

$$i_{const} = a_{\Sigma} \theta_{\Sigma} \quad (5.8)$$

i_{var} – для рулевых механизмов с переменным передаточным отношением по формуле:

$$i_{var} = \Delta a_j \Delta \theta_j = f(\theta) \quad (5.9)$$

α – угол поворота рулевого колеса; θ – угол поворота вала сошки; – ход рейки; θ_{Σ} – угол поворота рулевого вала из одного в другое крайние положения; θ_{Σ} – ход рейки из одного в другое крайние положения; θ_{Σ} – разница в значениях между двумя точками измерения угла поворота сошки; θ_{Σ} – разница в значениях между двумя точками измерения угла поворота рулевого колеса

Рисунок 5.2 – Кинематическая характеристика

Для реечного рулевого механизма:

$$i_{pconst} = a_{\Sigma} \cdot R_{kl} \Sigma, \quad (5.9)$$

$$ip\ var=\Delta\alpha_j\cdot R_k\Delta l_j, (5.10)$$

где $\Delta\theta_j$, Δl_j , $\Delta\alpha_j$ –разница в результате между двумя точками;

i – передаточное отношение рулевого механизма;

R_k – радиус рулевого колеса штатного рулевого механизма;

j – порядковый номер измерения.

Для расчета передаточного отношения проводят несколько испытаний. Чтобы рассчитать передаточное переменное отношение рулевого механизма берется шесть значений угла поворота рулевого колеса на двух ветвях характеристики (там где они нарастают), в которых определяют значения угла поворота вала сошки и хода рейки. Затем рассчитываются значения передаточного отношения рулевого механизма, как средние основанные на результатах нескольких опытах.

Для определения КПД из установленного на стенде рулевого механизма сливают всю жидкость и все отверстия оставляют открытыми. К валу сошки подводят момент, такой же как на рулевом колесе. Если рулевое управление является реечным, то производится нагрузка усилием, которое определяет момент установленный на рулевом колесе. Вал при повороте должен соответствовать повороту вала сошки, а если рулевой механизм реечный то ходу рейки. Потом руль также плавно поворачивается на идентичный угол только в обратном направлении, а потом возвращается в начальное положение и так несколько раз. Ход рейки, угол поворота сошки, прилагаемые усилия и момент постоянно в процессе диагностирования определяются во времени. При испытании всегда выбирают только два значения угла и хода рейки на участках, где они возрастают. Передаточное отношение в этом испытании определяется только для механизмов в которых оно присутствует.

Значение КПД рассчитывается по формуле:

$$КПД=MciM \quad (5.11)$$

Для реечного рулевого механизма:

$$КПД=КПДТ\cdot Mci\cdot M, \quad (5.12)$$

где $i= i_{const}$;

R_k – радиус обода рулевого колеса;

M_c – момент на валу сошки;

M – момент на рулевом валу.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно–технологическая характеристика объекта

В данном разделе рассматриваются вопросы обеспечения безопасности проектируемого объекта в процессе его дальнейшей эксплуатации. В качестве технического объекта рассматривается разрабатываемый в данной работе испытательный комплекс системы усилителя руля для общего или поэлементного диагностирования гидравлического усилителя рулевого механизма.

В таблице 6.1 перечислены технологические операции, должности работников, производственно–техническое и инженерно–техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Проверка работоспособности усилителя	Определение усилия на штоке, определение угла поворота руля, определение хода рейки.	Механик по ремонту и обслуживанию автомобилей	Рулевое колесо, нагрузочное устройство	Рабочая жидкость
Определение параметров для кинематической характеристики усилителя руля	Определение на стенде давления холостого хода и приведенного момента трения	Механик по ремонту и обслуживанию автомобилей	Сошка, рейка рулевого механизма	Рабочая жидкость

Продолжение таблицы 6.1

Испытания хода золотника распределител я	Определение усилия перемещени я золотника	Механик по ремонту и обслуживани ю автомобилей	Распределитель , рулевое колесо	Рабочая жидкост ь
---	--	--	------------------------------------	-------------------------

6.2 Идентификация производственно–технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

В таблице 6.2 проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу диагностики гидравлического усилителя, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно– технологическая и/или эксплуатационно– технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
Проверка внешнего вида	Подвижные части станков и технологического оборудования	Движущиеся машины, механизмы, подвижные части производственного оборудования, передвигающиеся изделия и заготовки, материалы
Проверка геометрических размеров	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок	Режущий и колющий инструмент, заусенцы, шероховатые поверхности
Проверка работоспособности изделия	Повышенный уровень вибрации, излучений, шума	Шум издаваемый установкой
Проверка плавности поворота рулевого колеса	Механические колебания и вибрация	Периодически повторяющиеся движения устройства вращательные или возвратно поступательные
Определение максимального давления в системе гидравлического усилителя	Высокая температура	Нагретые и раскаленные изделия и заготовки

Продолжение таблицы 6.2

Определение
внутренних
утечек в
усилителе

Повышенная или
пониженная
температура
поверхностей
оборудования,
материалов

Поверхности нагревательного
оборудования, водопроводы
горячей воды.

6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В таблице 6.3 приведены разработанные организационно–технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, а именно чрезмерная запыленность и загазованность воздуха. Подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора ²	Средства индивидуальной защиты работника ³
повышенная и пониженная влажность воздуха	поддержание во всех производственных зданиях и сооружениях температуры, соответствующей установленным нормам	СИЗ органов дыхания
недостаточная освещенность рабочего места	организации и оборудование рабочего место дополнительными источниками света	—
чрезмерная запыленность и загазованность воздуха	Установка средств фильтрации воздуха и нормализации окружающей среды	Средства для защиты дыхания
опасность поражения электрическим током	Знаки безопасности, проведение инструктажа, проведение проверок	Спецодежда, перчатки, обувь

Продолжение таблицы 6.3

превышающий допустимые нормы шум	Диагностика и регулировка уровня шума в самом источнике	Средства защиты органов слуха
----------------------------------	---	-------------------------------

6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно–технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта и приведены в таблице 6.4. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности.

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Отделение для проведение испытаний рулевого управления	Испытательный комплекс системы усилителя руля	Г	Повышенная температура окружающей среды, предметов	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств. технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Были разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности, которые указаны в таблице 6.5

Таблица 6.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

В таблице 6.6 указаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Таблица 6.6 – Организационные (организационно–технические)
мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно–технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
---	---	--

Продолжение таблицы 6.6

Испытательный комплекс системы усилителя руля	Проверка соблюдения противопожарных правил инспектором, проведение периодических чисток аппаратов и рабочих мест	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возможность возгорания ЛВЖ и ГСМ
Испытание и определение параметров гидравлического усилителя руля	Регулярный противопожарный инструктаж рабочих; проверка соблюдения противопожарных правил инспектором по пожарной безопасности, электрооборудование должно быть закрыто и заземлено	Средства и способы предупреждения возникновения, пожаров и взрывов должны исключать возникновение замыкания электрической цепи

6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В таблице 6.7 исследованы и идентифицированные экологические факторы.

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологическог о процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологическог о процесса	Воздействи е техническог о объекта на атмосферу	Воздействи е техническог о объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу, нарушение и загрязнение растительног о покрова
Подготовка и установка изделий для испытаний	Чистка и обработка агрегатов, узлов и деталей с применением моющих химических средств	попадание в атмосферу химических веществ	Загрязнение сточных вод моющими средствами и рабочим маслом	Попадание в почву моющих средств

Разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте и приведены в таблице 6.8

Таблица 6.8 – Разработанные организационно–технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование
технического
объекта

Испытание механизмов рулевого управления
транспортных средств

Мероприятия по
снижению негативного
антропогенного
воздействия на
гидросферу

Для очистки сточных вод применяют механические, биологические, химические, физико–химические и термические способы.. Для предотвращения сильно загрязненной воды в канализацию сточные воды необходимо предварительно очистить.

Первоначальная стадия очистки стоков является процеживание. Оно предназначено для выделения из сточной воды крупных не растворимых примесей, а также мелких волокнистых загрязнений, которые в процессе длительной обработки стоков препятствуют нормальной работе очистного оборудования.

При отстаивании одновременно удаляют примеси содержащие химию с помощью специальных уловителей. После отстаивания механические примеси удаляют в гидроциклонах. Сточные воды после очистки подвергаются периодическому контролю. Одним из самых эффективных способов борьбы с загрязнением сточных вод является разработка и внедрение безотходной технологии испытания оборудования, начальным этапом которой является создание оборотного водоснабжения.

Мероприятия по
снижению негативного
антропогенного
воздействия на
атмосферу

Чтобы снизить вредное воздействие от испытательного комплекса на окружающую среду необходимо правильно разработать вентиляцию помещений. Для защиты атмосферы от загрязнения пылью используются фильтрующие аппараты и системы.

Продолжение таблицы 6.8

Мероприятия по
снижению
негативного
антропогенного
воздействия на
литосферу

Технические отходы загрязняют почву. Основными направлениями ликвидации и переработки твердых отходов (кроме металлолома) является вывоз и захоронение на полигонах, сжигание, складирование и хранение на территории предприятия до появления новых технологий переработки их в полезный продукт.

Заключение

В данной работе был разработан испытательный комплекс системы усилителя руля для гидравлического типа усилителя руля. Испытательный комплекс имеет вид диагностического стенда, который обладает универсальностью в плане того, что на нем можно испытывать гидравлический усилитель собранный по любой компоновочной схеме.

На стенде возможно определения всех параметров и характеристик испытываемого изделия. Информация, полученная на стенде в процессе диагностики позволит судить о всей работоспособности гидравлического усилителя в целом.

В процессе разработки стенда для испытания гидравлического усилителя мною был решен ряд теоретических и практических вопросов, связанных с расчётом и выбором основных элементов конструкции стенда.

Список используемой литературы

- 1 Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В3–х т. 5–е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1978.– Т. 3.– 557 с.
- 2 Бондаренко, В.А. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: уч. пособ. / В.А. Бондаренко, Н.Н. Якунин, Н.В. Игнатова, В.Я. Климонтов – М.: Машиностроение, 2002. – 464 с.
- 3 Гинцбург, Л. Л. Гидравлические усилители рулевого управления автомобилей / Л. Л. Гинцбург. – М. : Машиностроение, 1972. – 120 с.
- 4 Гришкевич А. И. Автомобили: испытания : учеб. пособие для вузов. – Минск., 1991. – 187 с.
- 5 Данов Б. А., Рогачев В. Д. Электронные приборы автомобилей. М.: Транспорт, 2007.
- 6 Зайцев Н. В. - М. Справочник автомеханика «Нива России» 2001 г
- 7 Иванов М: Транспорт, 2000 Механизация процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей С Селиванов
- 8 Иванов, Г. М. Автомобильная промышленность. – 1999. – № 6. – С. 28 – 30.
- 9 Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник / И.М. Лифиц – М.: Юрайт–Издат, 2002. – 296 с.
- 10 Ловкис, З. В. Гидроприводы сельскохозяйственной техники: конструкция и расчет / З. В. Ловкис. – М. : Агропромиздат, 1990. – 239 с.
- 11 Лысов М.И. Рулевые управления автомобилей, М: Машиностроени
- 12 Майорова, Н. С. Гидравлическое оборудование. Отраслевой каталог / Н. С. Майорова, Н. Н. Веденева. – М. : Каталог, 2002. – Ч. 3. – 168 с.
- 13 Манусаджянц О.И. Автомобильные эксплуатационные материалы. - М. «Транспорт» 2001 г.
- 14 Черкун, В. Е. Ремонт и долговечность тракторных гидросистем / В. Е. Черкун. – М. : Колос, 1972. – 256 с.

15 Шугуров Л. М., Автомобили страны советов .»Издательство ДОСААФ» 2000 г.

16 Bengt Pipkorn Autoliv, Yngve Håland Autoliv, “Car Driver Protection At Frontal Impacts Up To 80 Km/H (50 Mph)”, Bengt Pipkorn Autoliv Research, SWEDEN Hugo Mellander, Traffic Safety Research and Engineering AB, SWEDEN, Yngve Håland, Autoliv Research, SWEDEN Paper Number 05-0102.

17 Borovskikh Yu., Klennikov V., Nikiforov V., Sabinin A. Automobile maintenance and repair. 1987 – 184 с.

18 Malge Sangeeta Ganesh, G. P. Patil , N. A. Kharche , “Performance of the Structural Analysis of Ford Car Steering Rod”, International Journal of Research in Advent Technology, Vol.2, No.2, February 2014

19 Ratko Menjak, Karen A. Boswell, Sainan Feng, James P. Kelly, Brian J. Magnus, Wayne M. Steverson, “Collapsible steering column assembly”, publication number: US7455321 B2, patents/US7455321.

20 Zeeshan Qaiser, Omer Masood Qureshi Khalil Aslam, Awan Hassaan Ahmed, “Numerical investigation of usage of patterned collapsible energy absorbers in steering column of an automotive vehicle”, International Conference on Aerospace Science & Engineering (ICASE).DOI: 10.1109/ICASE.2013.6785548.