

**ГОУВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет
имени С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)**

В.Н. Илюхин, В.М. Решетов

**Методические указания к курсовому проекту
по дисциплине «Испытания агрегатов и систем»**

САМАРА, 2011

В.Н. Илюхин, В.М. Решетов

***Методические указания к курсовому проекту по дисциплине
«Испытания агрегатов и систем» / В.Н. Илюхин, В.М.***

Решетов - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 52 с.: ил.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Испытания агрегатов и систем» студентов, обучающихся по программе магистратуры.

УДК 629.7.064

© В.Н. Илюхин. 2010

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КОМПОНОВКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
3. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	19

1. Содержание курсового проекта

Согласно заданию спроектировать испытательный стенд и разработать технологию проведения испытания агрегата. Проанализировать различные варианты построения схемы испытательного стенда на основе соответствующих ГОСТов. Разработать методику испытания агрегата. Для данного варианта построить принципиальную схему испытательного стенда. Оснастить стенд измерительными и обрабатывающими элементами автоматики. Укомплектовать стенд стандартными гидравлическими или пневматическими компонентами. Разработать 3D – модель стенда и выполнить его сборочный чертеж.

Исходными данными являются: тип агрегата, расход, давление.

Результаты курсового проекта должны быть представлены в форме пояснительной записки и графической части, содержащей принципиальную схему испытательного стенда и сборочный чертеж с 3D-моделью.

Общие требования к оформлению пояснительной записки и графической части курсового проекта изложены в стандарте ГОСТ 2.102.

Перечень основных ГОСТов для испытания агрегатов:

- ГОСТ 12.2.086 ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации
- ГОСТ 14658 Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний.
- ГОСТ 17108 Гидропривод объемный и смазочные системы. Методы измерения параметров.
- ГОСТ 18464 Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний.
- ГОСТ 20245 Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний.
- ГОСТ 20719 Гидромоторы. Правила приемки и методы испытаний.

2. Методические указания по компоновке и оформлению контрольно-испытательного оборудования (КИО).

При компоновке КИО следует находить такое расположение комплектующих агрегатов и блоков при котором достигаются:

- наименьшие габаритные размеры КИО;
- максимальное использование объемов;
- максимальное сокращение кинематических, гидравлических и пневматических связей между агрегатами и блоками;
- оперативность обслуживания – минимальные затраты времени на подготовку КИО к работе, быстрое выполнение рабочих манипуляций и т.п.;
- удобство обслуживания – легкий доступ к комплектующим агрегатам и блокам в условиях эксплуатации, возможность быстрого осмотра, рациональная компоновка органов управления и устройств отображения информации;
- безопасность обслуживания.

Компоновку КИО целесообразно проводить начиная с габаритных комплектующих агрегатов и блоков, а также элементов выходящих на лицевые панели.

Начиная компоновку, необходимо определить зону компоновки лицевых панелей.

Наиболее тяжелые комплектующие агрегаты и блоки КИО должны помещаться на нижнюю часть каркасов, рам и других несущих конструкций. Центр тяжести скомпонованных элементов должен совпадать с геометрическим центром тяжести корпуса КИО.

Компоновка лицевых панелей.

При компоновке лицевых панелей следует использовать 5 принципов:

- принцип функциональной компоновки, когда группируются органы управления (ОУ) и устройства отображения информации (УОИ), идентичные по своим функциям или используемые совместно;

- принцип значимости, когда наиболее важные ОУ и УОИ располагаются в оптимальных (центральных) зонах видимости и недосыгаемости;

- принцип частоты использования, когда наиболее часто используемые ОУ и УОИ располагаются в самых удобных для восприятия и манипулирования зонах;

- принцип последовательности, когда ОУ и УОИ располагаются в порядке последовательности их использования слева направо и сверху вниз;

- принцип оптимального расположения, когда ОУ и УОИ располагаются в зависимости от особенностей каждого из элементов лицевых панелей.

Размещение органов управления.

К органам управления относятся поворотные, кнопочные и клавишные выключатели и переключатели, переключатели типа «Тумблер» и т.д.

Количество органов управления должно быть минимальным, но достаточным для эффективного управления. Функции управления максимально должны перекладываться на автоматические устройства.

При размещении органов управления необходимо обеспечить равномерное распределение работы между правой и левой руками. При этом правой рукой должны выполняться более ответственные операции, требующие большей скорости, точности и силы.

При размещении органов управления необходимо учитывать размеры зон недосыгаемости.

Основные (наиболее важные, постоянно или часто используемые) органы управления должны размещаться спереди и справа от оператора в зоне легкой досягаемости на расстоянии до 600 мм от плечевых суставов оператора, находящегося в основной рабочей позе.

Вспомогательные органы управления должны размещаться в зоне максимальной досягаемости рук на расстоянии до 700 мм от плечевых суставов оператора.

Органы управления, не используемые в процессе работы оператором, должны размещаться за пределами зоны недосягаемости.

Необходимо учитывать распределение нагрузки между руками оператора и привычные направления движений:

- движение «от себя» и «к себе» для оператора легче, чем в сторону (вбок);
- движение рук, «к себе» быстрее, чем «от себя»;
- скорость движения рук в вертикальной плоскости выше, чем горизонтальной;
- наиболее быстрое движение – «сверху вниз»;
- для правой руки скорость движения «слева направо» выше, чем «справа налево».

Положение органов управления должно соответствовать взаимному положению связанных с ними устройств отображения информации (например, если УОИ располагаются в горизонтальном порядке, то и соответствующие органы управления должны располагаться в том же порядке).

В горизонтальной и накладной плоскостях органы управления должны размещаться слева направо, в вертикальной плоскости - сверху вниз; при размещении органов управления рядами последние должны размещаться сверху вниз, а в каждом ряду – слева направо.

Если предусматривается определенная последовательность в действии с органами управления, то их размещение должно совпадать последовательностью использования.

При размещении органов управления рядом с теми УОИ, к которым они относятся, необходимо, чтобы рука оператора в момент выполнения переключения не загромождала показаний УОИ. Для этого органы управления для правой руки следует располагать ниже и правее, а для левой руки – ниже и левее соответствующих ОУИ.

Не следует располагать органы управления так, чтобы возникла необходимость перекрестной работы двумя руками.

Органы управления должны быть расположены таким образом, чтобы предотвратить их случайное включение или выключение, при этом они могут быть снабжены предохранительными устройствами (блокировками, ограничителями, фиксаторами).

Особое внимание необходимо обращать на те органы управления, неосторожное или случайное воздействие на которые может привести к повреждению КИО, травмированию операторов или ухудшению работы КИО. Необходимо предусматривать защиту таких органов управления таким образом, чтобы оператор при нормальном выполнении своих функций не мог случайно задеть или перевернуть их.

К органам регулировки, предназначенным для периодической настройки, должен быть обеспечен удобный доступ. Одновременно с этим органы настройки должны быть изолированы от основных органов управления.

Размещение устройств отображения информации.

К устройствам отображения информации относятся контрольно-измерительные приборы, сигнальные устройства, индикаторы потока жидкости и т.п.

Устройства отображения информации должны группироваться и располагаться на панели относительно друг друга в соответствии с последовательностью их использования и с учетом функциональных связей элементов системы, которые они представляют. Например, приборы, относящиеся к одному и тому же технологическому процессу должны располагаться вместе. Если почему-либо этого сделать нельзя, то их можно объединить единым по цвету фоном, при этом цветовой фон не должен создавать пестроту на рабочей плоскости панели.

Приборы, измеряющие сходные параметры, рекомендуется группировать в вертикальные ряды, а приборы, контролирующие различные параметры одного процесса – в горизонтальные ряды.

При числе ОУИ на панели свыше 20 их следует разбивать на две и более визуально отличные группы, причем расположение приборов в группах должно быть таким, чтобы наблюдение велось последовательно слева направо или сверху вниз.

УОИ, информирующие о нормальной работе КИО, должны располагаться в левой верхней части центральной зоны панели. Наиболее важные УОИ, требующие к себе постоянного внимания, необходимо располагать в центре панели.

Второстепенные УОИ, не используемые оператором в процессе управления, должны располагаться в периферийной части панели.

УОИ, информирующие о критической ситуации, должны располагаться в верхней части панели.

При одновременном контрольном считывании по нескольким стрелочным приборам, приборы должны устанавливаться так, чтобы при

нормальных условиях работы стрелки имели одинаковое положение.

Приборы, имеющие круговую шкалу и подвижную стрелку должны так сочетаться с вращающимися органами управления, чтобы поворот органа управления и стрелки прибора. Вообще поворот органа управления и стрелки прибора по часовой стрелке должен, как правило, соответствовать увеличению численного значения регулируемого параметра, а поворот против часовой стрелки – уменьшению значения параметра.

Сигнальные устройства должны располагаться в одной плоскости и на одном уровне с поверхностью панели. Количество одновременно действующих сигнальных ламп на панели не должно превышать 5-10.

Размещение надписей на лицевых панелях.

На лицевых панелях следует располагать только те надписи, которые необходимы для работы оператора.

Надписи должны быть максимально краткими (не более двух – трех слов) и четкими. Следует использовать только общепринятые обозначения и сокращения.

Примечание: В случае большего количества надписей на панели или большего количества знаков в надписях последние рекомендуется заменять символами в соответствии с ГОСТ 12.4.040.

Надписи должны выполняться прописными буквами по ГОСТ 2930. Их размеры должны позволять чтение на расстоянии 300-500 мм.

Размеры шрифтов следует выбирать по таблице:

Оптимальная высота букв и цифр в зависимости от расстояния до глаз оператора.

Расстояние от надписи до глаз оператора, м.	Оптимальная высота букв и цифр, мм.
0,1 – 0,5	2,5
0,5 – 0,9	5
0,9 – 1,8	8
1,8 – 3,7	18

Во всех случаях буквы, цифры и символы не должны быть менее 2,5 мм по высоте.

Вертикальные надписи (читаемые сверху вниз) можно использовать только тогда, когда информация несущественна или при крайне ограниченном месте.

Надписи следует располагать выше органов управления и устройств отображения информации, к которым они относятся. Если надписи загораживаются ОУ и УОИ, то их для лучшей видимости необходимо располагать под обозначениями элементами.

Каждый текст должен использоваться для обозначения только одного элемента. Элементы, выполняющие одни и те же функции, но размещенные в разных местах, должны иметь одинаковые подписи.

Расстояние от надписи до ближайшего к ней края обозначаемого элемента не должно быть менее 0,25 высоты буквы (цифры).

Расстояние между строками одной надписи должно быть равным 0,5 высоты прописных букв (цифр).

Расстояние между строками, которые относятся к разным надписям, не должно быть меньше высоты прописных букв (цифр).

Надписи на сигнальных световых табло должны читаться при включенной и выключенной сигнальной подсветке, однако контрастность между этими

состояниями должна быть совершенно отчетливой.

Следует использовать темные изображения букв и цифр на светлом фоне. Допускается и обратный контраст – светлые буквы и цифры на темном фоне. В целом яркость знака (цифр, надписей) должна быть примерно в 2 раза выше яркости фона.

Надписи выполняются гравировкой непосредственно на панелях или на трафаретах, а также фотохимическими способами или способом фотооксидирования на трафаретах.

На лицевых панелях допускается располагать трафарет с принципиальной схемой, кратким описанием работы на стенде и инструкцией по эксплуатации.

Цветовое решение контрольно-испытательного оборудования.

При разработке цветовой схемы КИО следует учитывать, что различные цвета оказывают различное психофизическое воздействие на человека:

красный – возбуждающий цвет, энергичный;

оранжевый – цвет воспринимается человеком как раскаленный, горячий. Он бодрит, стимулирует к активной деятельности;

коричневый – теплый, создает спокойное настроение, крепость, устойчивость;

желтый – цвет тепла и солнечного света, способствует поднятию жизненного тонуса;

зеленый – успокаивающе действует на нервную систему;

синий – ассоциируется с прохладой и покоем. Под его воздействием снижается физическое напряжение;

фиолетовый – вызывает ощущение беспокойства;

серый – строгий, деловой, он имеет много оттенков, вызывающих различное эмоциональное воздействие;

черный – мрачный, тяжелый, понижает настроение.

Окраска КИО должна производиться с учетом следующих закономерностей:

Работе, требующей большей физической активности, соответствует красные, желтые и желто-зеленые стимулирующие тона.

При работах, требующих повышенной концентрации внимания, наиболее благоприятными считаются спокойные цвета синего и сине-зеленого оттенков.

При однообразной работе оптимальными являются зеленые тона, предусматривающие наличие тоновых и цветовых контрастов для снижения монотонности.

Для окраски КИО рекомендуется преимущественное применение светлых тонов, что стимулирует поддержание КИО в чистоте.

Лицевые панели в КИО рекомендуется решать в нейтральных тонах по отношению к корпусу оборудования.

Для облегчения ориентирования рабочих в процессе обслуживания и эксплуатации КИО следует применять сигнальную окраску элементов КИО по ГОСТ 12.4.026.

Выбор декоративных и защитных покрытий.

Лакокрасочные покрытия.

При выборе лакокрасочных покрытий следует руководствоваться назначением покрытия, условиями эксплуатации, материалом окрашиваемой поверхности и требованиями к классу покрытия.

Классификация лакокрасочных покрытий в зависимости от условий эксплуатации приведена в ГОСТ 9.104 и ГОСТ 9.032.

Для окраски КИО рекомендуется применять следующие эмали:

- меламино-алкидные эмали МП-12, МЛ-152, МЛ-165;
- пентафталевые эмали ПФ-115 и ПФ-223.

Эмали МЛ-12 и МЛ-152 обеспечивают хороший внешний вид покрытия и высокие защитные свойства. Рекомендуются для окраски формообразующих поверхностей КИО (панелей, обшивок, кожухов и т.д.).

Эмаль МЛ-165 («молотковая эмаль») образует полуглянцевое покрытие с характерным рисунком и обеспечивает высокие защитные свойства. По декоративным свойствам уступает гладкофактурным эмалям. Рекомендуется для окраски элементов КИО из литья и сложных профилей.

Эмаль ПФ-115 образует глянцевое покрытие с защитными свойствами. Рекомендуется для окраски каркасов, шасси, строек и т.п.

Эмаль ПФ-233 рекомендуется для втирания в гравировку надписей на лицевых панелях КИО.

Для покрытия наружных поверхностей элементов КИО, подвергающихся воздействию жидкости НГЖ-4 рекомендуется:

- для стальных деталей – система покрытий из эпоксидных грунтов и эмалей;
- для деталей и алюминиевых сплавов – система покрытий из эпоксидных грунтов и полиуретановых эмалей.

При подготовке поверхностей КИО под окраску следует руководствоваться ГОСТ 9.402.

Для улучшения защитных свойств адгезии лакокрасочных покрытий в качестве грунта следует использовать анодно-оксидные пленки. Для получения анодно-оксидных пленок рекомендуется:

- для стали – фосфатирование;
- для алюминия и его сплавов – анодное оксидирование.

Металлическое покрытие.

К металлическим покрытиям относятся покрытия никелем, хромом, цинком, кадмием и т.д.

Металлические покрытия применяются как для наружных поверхностей элементов КИО, так и для внутренних.

Основные требования к выбору металлических покрытий приведены в ГОСТ 14623.

Требования к металлическим покрытиям – согласно ГОСТ 3002.

Внутреннее защитное покрытие для стальных сосудов назначается в зависимости от рабочего тела:

для топлива – оксифосфатирование с гидрофобизированием;

для воды – цинкование и кадмирование;

для воздуха - оксифосфатирование с гидрофобизированием;

для спирта – изготовление из нержавеющей стали с пассивацией внутренней поверхности.

Металлические и лакокрасочные покрытия должны не только отвечать комплексу требований, определяющих их эстетические, технологические и эксплуатационные свойства, но и быть экономически целесообразными по стоимости.

3. Задание на курсовой проект

Вариант	Объект испытания
1	Гидронасос
2	Гидромотор реверсивный
3	Распределитель гидравлический 4/2
4	Обратный клапан гидравлический
5	Делитель потока
6	Цилиндр гидравлический
7	Гидроаккумулятор
8	Регулятор давления гидравлический
9	Предохранительный клапан гидравлический
10	Фильтр
11	Распределитель пневматический 3/2
12	Обратный клапан пневматический
13	Делитель потока пневматический
14	Цилиндр пневматический
15	Дроссель пневматический
16	Регулятор давления пневматический
17	Предохранительный клапан пневматический
18	Дроссель гидравлический
19	Вентиль запорный
20	Пропорциональный гидравлический распределитель
21	Пропорциональный гидравлический регулятор давления
22	Пропорциональный пневматический распределитель
23	Пропорциональный пневматический регулятор давления
24	Манометр

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [ГОСТ 2.102 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.](#)
2. ГОСТ 2.103 ЕСКД. Стадии разработки.
3. ГОСТ 2.601 [ЕСКД. Эксплуатационные документы](#)
4. ГОСТ 8.326 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений.
5. ГОСТ 9.032 ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения
6. ГОСТ 9.104 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации. Взамен ГОСТ 9.009-73
7. ГОСТ 9.402 Название. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием. Взамен. ГОСТ 9.025
8. ГОСТ 12.2.086 ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации
9. ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности
10. ГОСТ 12.4.040 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
11. ГОСТ 2930 Приборы измерительные. Шрифты и знаки.
12. ГОСТ 3002 Покрытия металлические и неметаллические неорганические.
13. ГОСТ 14623 ГОСТ 9.303 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору

14. ГОСТ 14658 Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний.
15. ГОСТ 15.001 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.
16. ГОСТ 17108 Гидропривод объемный и смазочные системы. Методы измерения параметров.
17. ГОСТ 17216 Промышленная чистота. Классы чистоты жидкостей
18. ГОСТ 18353 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
19. ГОСТ 18464 Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний.
20. [ГОСТ 20245 Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний.](#)
21. ГОСТ 20719 Гидромоторы. Правила приемки и методы испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Пример оформления и выполнения курсового проекта

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королева

Кафедра автоматических систем энергетических установок

Курсовой проект
по курсу:
"Испытания агрегатов и систем"

**«РАЗРАБОТКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА И ТЕХНОЛОГИИ
ИСПЫТАНИЙ ОБРАТНОГО КЛАПАНА»**

Выполнил:

Проверил:

Дата:

Оценка:

Самара 2010г.

Реферат

Курсовой проект:

Пояснительная записка: ____ стр., ____ рисунков, источников: ____.

Графическая часть:

ИСПЫТАНИЯ, МАНОМЕТР, ГИДРОЦИЛИНДР, ШТУЦЕР, ВЕНТИЛЬ,
СХЕМА ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ.

В курсовом проекте дано описание, принцип действия и конструкция обратного клапана. Приведен перечень основных и вспомогательных измеряемых параметров. Разработан испытательный стенд и принципиальная схема испытательного стенда. Описана технология проведения функциональных испытаний агрегата.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
1.1 Сведения по безопасности	5
1.2 Объяснения символов	5
1.3 Опасности, связанные с работой оборудования	6
1.4 Обязанности пользователя	6
1.5 Действия при аварии	6
1.6 Техническое обслуживание, устранение неполадок	6
1.7 Опасность, связанная с электрооборудованием	7
1.8 Конструктивные изменения.....	7
2. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ.....	8
2.1 Транспортировка	8
2.2 Хранение	8
3. ОПИСАНИЕ ПОСТАВЛЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	9
3.1 Назначение.....	9
3.2 Состав станда.....	9
3.3 Конструкция станда	9
3.3.1 Силовая система станда.....	9
3.3.2 Система управления и автоматизации измерений станда	12
3.3.3 Диагностируемое гидрооборудование	17
3.3.4 Комплект фитингов, присоединительной арматуры и рукавов высокого давления	21
3.4 Электрооборудование	21
4. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ (ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ).....	22
4.1 Ежедневный и еженедельный контроль параметров	22
4.2 Еженедельные и ежемесячные регламентные работы	22
4.3 Квартальные и годовые регламентные работы.....	22
4.4 Годовые регламентные работы.....	23
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	24
ПРИЛОЖЕНИЯ	

Введение

Функциональные испытания предназначены для определения соответствия характеристик агрегата предъявляемым требованиям технического задания.

Принципиальная схема определяет состав элементов и связей между ними, а также, полное представление о принципах работы изделия.

Схема соединения отражает особенности монтажа и крепления агрегатов и трубопроводов, ею пользуются при монтаже и ремонте изделия.

В курсовой работе разработан испытательный стенд и принципиальная схема для проведения функциональных испытаний гидроцилиндров.

1. Общие требования по безопасности

1.1 Сведения по безопасности

Для обеспечения безопасности обслуживания, а также безотказной работы оборудования следует ознакомиться с правилами безопасности и указаниями настоящей документации.

Настоящая техническая документация должна всегда находиться вместе с эксплуатируемым оборудованием.

Кроме сведений по безопасности, указанных в настоящей технической документации, необходимо соблюдать также общие и заводские нормы безопасности и защиты окружающей среды.


Настоящая техническая документация включает в себя важнейшие указания по безопасному использованию поставленного оборудования.




Нормы, указанные в настоящей технической документации должны соблюдаться всеми без исключения, а в частности обслуживаемым персоналом.

Все указания по безопасной работе оборудования следует хранить в нормальных условиях, обеспечивающих их правильное понимание.

1.2 Объяснения символов

В настоящей технической документации применяются следующие символы и обозначения опасностей:

	Этот символ обозначает указания по правилам техники безопасности, несоблюдение которых может быть опасно для человека.
---	--

	<p>Этот символ обозначает указания по правилам техники безопасности, несоблюдение которых может вызвать поражение человека электрическим током.</p>
	<p>Этот символ обозначает важные указания по правилам эксплуатации оборудования. Несоблюдение данных указаний может привести к повреждению системы или ущербу для окружающей среды в его непосредственной близости.</p>
	<p>Рядом с этим символом Вы найдёте советы по использованию и полезную информацию. Они помогут Вам оптимально использовать все функции поставленного оборудования.</p>

1.3 Опасности, связанные с работой оборудования

Оборудование выполнено в соответствии со всеми требованиями по безопасности, опираясь на новейшие знания в этой области. Однако в случае неправильного использования оборудования может появиться угроза для персонала или самого оборудования.

Оборудование может применяться только:

- согласно его назначению
- в надлежащем техническом состоянии.

Неисправности, которые могут привести к нарушению безопасности, следует безотлагательно устранить.

1.4 Обязанности пользователя

К работе с оборудованием допускаются люди, которые:

- ознакомились с общими правилами по безопасности труда и правилами предотвращения несчастных случаев, а также прошли обучение по обслуживанию оборудования;
- ознакомились и прошли обучение по технической документации.

Надо точно определить объем ответственности обслуживающего персонала для следующих этапов: монтажа, пуска и технического обслуживания.

Обслуживающий персонал, который не прошел обучения, может работать с оборудованием, только под надзором квалифицированного персонала.

Если для работы с оборудованием необходимы дополнительные средства защиты – необходимо их обеспечить.

1.5 Действия при аварии

В случае аварии безотлагательно выключить оборудование, а затем уведомить об этом руководство.

1.6 Техническое обслуживание, устранение неполадок

Работы по техническому обслуживанию и осмотру должны осуществляться периодически.

Обслуживающий персонал должен быть уведомлен о начале работ и об осмотрах.

Во время ремонтных работ, а также осмотров необходимо:

- выключить гидросистему;
- поместить табличку с предупреждающей надписью для исключения случайного пуска;
- разрядить полости с высоким давлением в установке.

После завершения ремонтных работ необходимо проверить правильное действие защитного оборудования.


1.7 Опасность, связанная с электрооборудованием

Работы, связанные с подключением электрооборудования должны осуществляться уполномоченными лицами.

Электроаппаратуру системы надо регулярно контролировать для исключения зазоров в контактах.

Шкаф управления должен быть всегда закрыт.

Доступ имеет только уполномоченный обслуживающий персонал.

	<p>Если осуществляются необходимые работы на элементах проводящих ток, другой рабочий должен контролировать эти действия, чтобы в случае необходимости выключить главный выключатель.</p>
---	---

1.8 Конструктивные изменения

Без согласия изготовителя нельзя вводить никакие конструктивные изменения в оборудование.


Замена частей оборудования должна осуществляться без нарушения его технического состояния.

Допускается применять только оригинальные запасные части. Иные запасные части, которые не соответствуют требованиям и нормам безопасности, как по конструкции, так и по производителю, не могут применяться.

2. Транспортировка и хранение

2.1 Транспортировка

Оборудование необходимо транспортировать при помощи подъемных кранов, мостовых кранов и т. п., применяя канаты или ленты (подъемные устройства).

	<p>Категорически запрещается перевозить оборудование зацепляя канаты или транспортные подъемные устройства за элементы или узлы не предназначенные для этого.</p> <p>Оборудование необходимо транспортировать, используя предусмотренные для этого проушины или рым-болты.</p> <p>Запрещается находиться под элементами или узлами оборудования во время их транспортировки (подъема)!</p>
---	--

Во время перевозки, отдельные части, узлы и составные части должны надлежащим образом крепиться и предохраняться от повреждения. Рекомендуется перевозить бак без рабочей жидкости.

Подъемные и транспортные канаты устанавливать таким образом, чтобы не повредить элементы узлов и труб.

Во время транспортировки оборудования надо обратить внимание на то, чтобы несущие силы в канатах и цепях равномерно распределялись, а также, чтобы была исключена возможность их перемещения после подъема.

Для перевозки все гидравлические присоединения (вводы, фланцы) необходимо защитить от загрязнения и повреждения.

Применять только подъемные устройства и краны в исправном состоянии, с соответствующей грузоподъемностью.



Во время перемещения и перевозки оборудования надо соблюдать правила техники безопасности труда!

2.2 Хранение

Температура хранения: +15°C до + 30°C

3. Описание

3.1 Назначение

Испытательный стенд предназначен для проведения периодических, приемо-сдаточных и сертификационных испытаний обратных клапанов. Управление исполнительными органами, работа контрольно-измерительных приборов и т. п. осуществляется в системе комплексного электрического управления работой оборудования.

Использование оборудования согласно назначению должно сопровождаться:

- соблюдением всех указаний, написанных в технической документации;
- проведением технического обслуживания.

3.2 Состав стенда

- Силовая система стенда
- Система диагностики гидроаппаратуры
- Система управления и автоматизации измерения стенда.
- Комплект фитингов, присоединительной арматуры и рукавов высокого давления.
- Комплект диагностируемого гидрооборудования.

3.3 Конструкция стенда

Параметр	Значение
Габаритные размеры стенда (ШхГхВ) не более, м	1,8x1,85x1,3
Тип конструкции	сварная
Материал и цвет обшивки корпуса	алюминиевый рифленый лист золотистого оттенка

3.3.1 Силовая система стенда

В состав насосной станции входит следующее оборудование:

- электродвигатель ЭД;
- гидронасос ГН;
- пневмонасос ПН;
- распределитель Р;
- ресивер РЕС;
- рабочая жидкость;
- соединительная арматура и т.п.

Гидронасос ГН.

Основной насос с пропорциональным регулированием рабочего объема, позитивным электрическим управлением и механическим ограничением максимального рабочего объема.

Модель: ASPIR A-80 MB

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Тип насоса	центробежный
Автоматический регулятор	отсутствует
Объемная регулировка насоса	позитивная
Способ регулирования рабочего объема	электрический
Ток управления рабочим объемом, мА	1300
Ограничение максимального рабочего объема	механическое
Максимальное давление, бар	20
Диапазон регулирования подачи рабочей жидкости, л/мин	0-50
Количество, шт.	1
Мощность привода, кВт	5,5

Управляющая электроника.

Модель: **Parker PQDXXA-Z00(PQ03-F00)**

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	22-36
Входной сигнал	0-10 В
Количество, шт.	1

Распределитель P.

Пневмораспределители предназначены для изменения направления потока рабочей жидкости в пневмо системе и управления работой исполнительных механизмов.

Модель: **N2-SCD-M24VAC**- с электромагнитным управлением

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Количество подводящих и отводящих линий	5
Количество рабочих положений	2
Тип управления	электрическое
Вид управления	дискретное
Исполнение	патронное
Тип монтажа	монтажный корпус
Напряжение питания, В	24
Максимальный расход, л/мин	50
Диапазон рабочего давления, бар	0-30
Количество, шт.	1

Управляющая электроника:

Пропорциональный усилитель сигнала.

Предназначен для дистанционного управления клапаном непосредственно сигналом потенциометра или персонального компьютера.

Модель: **HYDAC PEK-01X-G24**

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	24
Частота, Гц	50-200
Входной сигнал, В	0..10
Базовый ток, мА	0-500

Выходной сигнал регулируемый, мА	0 - 1600
Дополнительный вход для потенциометра	да
Количество, шт.	1

Пневмонасос ПН

Модель: **B1501SABBTTS**

Максимальное давление – 20 бар;

Ресивер PEC

Модель: **TANK-AIR HOLDING**

Передвижной;

Максимальное давление 50 бар.

Рабочая жидкость.

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Рабочая жидкость	Вода
Класс чистоты жидкости в системе ГОСТ 17216-71 при испытании дискретной гидроаппаратуры	не грубее 12
Температурный диапазон, °С	25...60

3.3.2 Система управления и автоматизации измерений стенда

В состав системы управления и автоматизации измерений стенда входят:

- пульт управления насосной станцией;
- измерительные датчики;
- автоматизированный измерительно-управляющий комплекс;
- сенсорная панель управления и автоматизации измерений стенда;

- усилители пропорционального сигнала для управления гидроаппаратами
- переносной комплект для диагностирования гидросистем с набором датчиков и контрольно-измерительной аппаратуры;
- Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК150

Управляющая часть реализует подпрограммы ручного и дистанционного управления стендовыми агрегатами.

Ручное регулирование пропорционального сигнала реализуется посредством сенсорной панели.

Ручное управление дискретным сигналом реализуется посредством сенсорной панели.

Дистанционная запись показаний датчиков стенда осуществляется за счет подключения их к автоматизированному измерительно-управляющему комплексу и далее к ЭВМ.

Дистанционное управление стендом осуществляется за счет подключения регулируемых аппаратов к автоматизированному измерительно-управляющему комплексу и далее к ЭВМ.

Пульт управления насосной станцией и сенсорная панель управления и автоматизации измерений стенда располагаются на вертикальной панели над испытательным столом.

Состав пульта управления насосной станцией:

- кнопка пуска/останова электродвигателя ЭД1;
- дисплей реле температуры Т1.

Измерительные датчики.

В состав системы измерения входят:

- датчики расхода;
- датчики давления;
- датчик крутящего момента;
- датчик частоты вращения;
- переносные комплекты для диагностирования гидросистем с набором датчиков и контрольно-измерительной аппаратуры.

Датчики расхода.

Предназначены для получения данных о текущем расходе рабочей жидкости гидросистемы в местах установки датчиков.

HYDAC EVS-3100-3

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Диапазон измерений, л/мин	5-300
Рабочее давление, бар	320
Точность, %	2
Выходной сигнал	4-20 мА
Напряжение питания, В	10-32
Количество, шт.	2

Датчики давления.

Предназначены для получения данных о текущем давлении рабочей жидкости гидросистемы в местах установки датчиков.

HYDAC HDA-4444-A-400-000

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Диапазон измерений, бар	0-400
Рабочее давление, бар	320
Точность, %	1
Выходной сигнал давления	4-20 мА
Напряжение питания, В	10-30
Количество, шт.	3

Датчик частоты вращения.

Предназначен для определения частоты вращения вала электродвигателя ЭД2 Dacell MP-981

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Диапазон измерения частоты вращения, Нм	0-10000
Метод измерения	датчик Холла
Номинальный выходной сигнал, В	± 0.5
Напряжение питания, В	12 ± 2
Потребляемый ток не более, мА	40
Длина кабеля, м	3
Количество, шт.	1

Переносной комплект для диагностирования гидросистем с набором датчиков и контрольно-измерительной аппаратуры.

HYDAC HMG-3000-E

Включает в себя:

- датчики давления, расхода, температуры и частоты вращения;
- контрольно-измерительный блок;
- комплект электрокабелей, переходников и соединительных вилок;
- блок питания;
- кабель для соединения с компьютером;
- чемодан для переноски

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Контрольно-измерительный блок, шт.	1
Количество измеряемых одновременно каналов	10
Интерфейс измерительного прибора	RS-232
Оболочка для обработки данных	да
Входной сигнал, мА	4-20
Частотный вход	да
2 датчика расхода с диапазоном, л/мин	1.2-20 15-300
8 датчиков давления с диапазоном, бар	0-400
2 датчика температуры с диапазоном, °С	0-125
1 датчик частоты вращения с диапазоном, об/мин	0-5000
Электрокабели и переходники для подключения датчиков в комплекте	да

Автоматизированный измерительно-управляющий комплекс.

Представляет собой высоконадежную систему управления и систему сбора данных, предназначен для ввода аналоговых сигналов с датчиков и выдачи, соответствующих дискретных и аналоговых сигналов управления.

NI 9265, NI 9215, NI 9472, NI 9203, NI 9932, NI 9263, cRIO-9074, PS-4 Power Supply

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Тип архитектуры	модульный
Количество слотов шасси	8
Наличие контроллера реального времени	да
Тип встроенной программируемой логической микросхемы	ПЛИС
Блок питания, В	24
Скорость выполнения циклов, не более	40МГц.
Количество аналоговых вводов по току, шт.	16
Количество аналоговых вводов по напряжению, шт.	4
Количество аналоговых выводов по напряжению, шт.	8
Количество дискретных выводов по напряжению, шт.	16

Согласно требованиям технического задания система автоматизации стенда состоит из измерительной и управляющей частей.

Измерительная часть

Характеристики используемых датчиков

Наименование датчика	Диапазон измерения	Общая погрешность	Выходной сигнал	Питание, В	Кол-во, шт.	Примечание
Аналоговые вводы по току						

Датчики расхода	5...300 л/мин	± 2%	4-20 мА	10-32	2	HYDAC EVS-3100-3
Датчик давления	0...400 бар	± 1%	4-20 мА	10-30	3	HYDAC HDA-4444-A-400-000
Датчик температуры	0...100 °С	± 1 °С	4-20 мА	10-30	3	HYDAC ETS-4144 A-000
Дополнительный ввод	-	-	4-20 мА	10-32	3	
Итого					11	

Аналоговые входы по напряжению						
Датчик частоты вращения	0...5000 об/мин	0.005%	± 0.5 В	12	1	Dacell MP-981
Датчик положения штока ГЦ1	-	-	0-6,98 В	18-36	1	Parker LVDT BG3

Программируемые логические контроллеры ОВЕН ПЛК150.

Представляет собой высоконадежную систему управления и систему сбора данных, предназначен для ввода аналоговых сигналов с датчиков и выдачи, соответствующих дискретных и аналоговых сигналов управления.

Программируемый логический контроллер имеет 6 дискретных входов, 4 аналоговых входа (универсальных), 4 дискретных выхода (э/м реле), 2 аналоговых выхода (4...20 мА, 0...10 В или универсальных 4...20 мА / 0...10 В).

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Тип архитектуры	модульный
Блок питания, В	24
Скорость выполнения циклов, не	10 кГц

более	
Дискретные входы	6
Аналоговые входы (универсальных)	4
Дискретные выходы (э/м реле)	4
Аналоговые выходы	2

Управляющая часть

Дискретные управляющие сигналы стенда.

Дискретные, цифровые выводы\реле по напряжению.

Наименование	Уровень сигнала	Кол-во каналов
Основные выводы		
Распределители Р с 2-мя электромагнитами*24 В		2
ИТОГО		2

Панель ввода-вывода.

Предназначена для подключение дополнительных измерительных датчиков, диагностируемых гидроцилиндров со встроенной и вынесенной электроникой. Соответствующие разъемы панели ввода-вывода должны обеспечивать прием и передачу сигнала с измерительно-управляющего комплекса. В состав панели должны входить комплекты электрических кабелей с быстроразъемными соединениями, обеспечивающие легкое подключение дополнительных измерительных датчиков и гидроаппаратуры со встроенной и вынесенной электроникой.

Сенсорная панель управления и автоматизации измерений стенда.

Предназначена для отображения данных с датчиков расхода, давления, температуры, крутящего момента, частоты вращения, а также для регулирования и управления пропорциональной и дискретной гидроаппаратурой, входящей в состав стенда при помощи средств ввода информации либо путем непосредственного управления сенсорной панелью.

NI PPC-2115

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Тип устройства отображения данных	аналоговая резистивная сенсорная панель,
Диагональ дисплея, дюйм	15
Тип дисплея	XGA TFT LCD
Разрешение дисплея, точек на дюйм	1024 x 768
Напряжение питания, В	220
Встроенный компьютер	Pentium4/2.0/512/HDD40/ FDD/CD_ROM
Коммуникационные разъемы	Serial, 1 RS232 (COM1); 1 RS232/422/485 (COM2); 1 parallel (SPP/EPP/ECP), 5 USB v2.0, 2 PCMCIA (Type II); 1 10/100BaseT Ethernet 1 S-video, 2 IEEE 1394, 2 PS/2
Тип предустановленного программного обеспечения	Win XP

Усилители пропорционального сигнала для управления гидроаппаратами с вынесенной электроникой.

Предназначены для управления диагностируемыми гидроаппаратами с вынесенной электроникой непосредственно сигналом сенсорной панели управления или сигналом персонального компьютера.

Parker PCD00A-400

Технические характеристики:

Параметр	Значение
Входной сигнал, В	0..10
Выходной сигнал регулируемый, мА	0 - 5000
Настройка минимума и максимума сигнала	да
Количество каналов, шт.	2

3.3.3 Диагностируемое гидрооборудование.

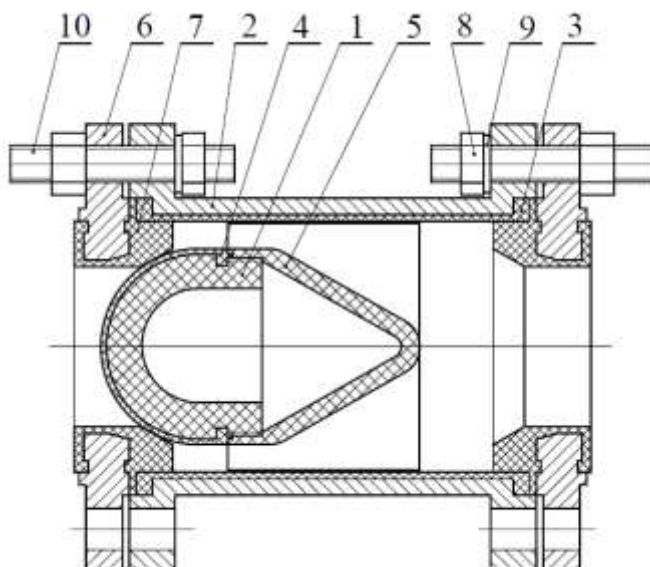
Диагностируемое оборудование – обратные клапаны.

В качестве примера провожу функциональные (на герметичность) испытания обратного клапана КД4-509-1182-УД

Клапан DN 25 состоит (см. рис. 2) из следующих основных узлов и деталей: корпуса 2, патрубка 3, золотника 1, оболочки 4, крышки 5, фланцев 6, оболочки 7.

Под действием прямого потока рабочей среды золотник перемещается в крайнее положение к выходному фланцу, открывая проходное отверстие входного фланца. Рабочая среда, обтекая золотник, получает возможность двигаться по трубопроводу.

Под действием обратного потока рабочей среды золотник перемещается в крайнее положение к входному фланцу, прижимается к седлу и перекрывает движение обратного потока.



Обратный клапан

Технические характеристики							
DN	PN ,бар (МПа)	Рабочая среда	Темпер. рабочей среды	Темпер. окруж. среды	Длина, мм	Масса, кг	Примечание
25	10 (1,0)	Вода , газ, нефтепродукты, вязкие и сильно загрязненные	от -40 до +450	от -40 до +50			приварное, межфланцевое в сборе с КОФ и муфтовое

Сборка и разборка клапана:

Полную разборку клапана (см. рис.2) следует производить в следующем порядке:

а) отвернуть гайки 8 со шпилек 10, снять шайбы 9 и фланцы 6 с оболочкой 7;

б) вынуть из корпуса 2 золотник 1 (при плавающем золотнике в сборе с оболочкой 4 и крышкой 5, которую нужно отвернуть и снять оболочку 4;

в) сжать по диаметру патрубок 3 и извлечь его из корпуса 2;

г) снять оболочку 7 с фланцев 6.

Полную сборку клапана (см. рис. 2) следует производить в следующем порядке:

а) одеть оболочку 4 на золотник 1 и завернуть крышку 5;

б) сжать патрубок 3 и вставить его в корпус 2;

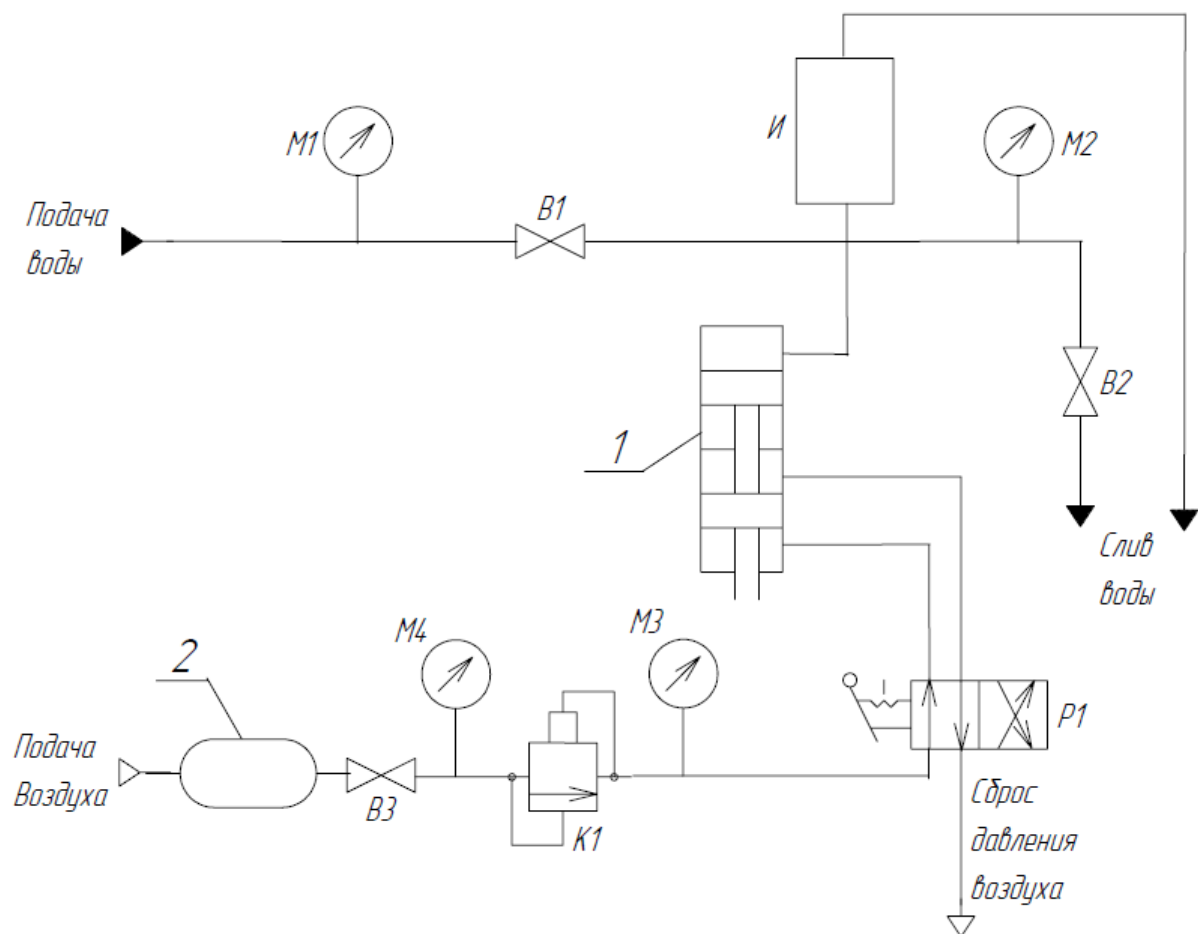
в) вставить в корпус 2 золотник 1;

г) одеть оболочку 7 на фланцы 6 и вставить их в корпус 2;

д) ввернуть шпильки 10 в корпус 2 через отверстия фланцев 6;

е) установить клапан между фланцами трубопровода, на шпильки 10 одеть шайбы 9 и затянуть гайки 8.

Разработка принципиальной схемы испытаний



1 -Мультипликатор;

2 - Ресивер;

И - Испытуемое изделие;

К1 – Регулятор давления «после себя»;

Р1 - Пневмораспределитель с ручным управлением и фиксацией крайних положений;

М1, М2, М3, М4 - Манометры;

В1, В2, В3 - Запорные клапаны.

Рисунок 1 - Принципиальная схема испытаний клапана обратного

Описание испытания обратного клапана:

Собранный клапан, после устранения неисправностей и замены деталей, должен быть проверен:

а) на отсутствие заеданий при движении золотника;

б) на герметичность при закрытии и относительно внешней среды.

Испытание на работоспособность производить перемещением от трех до пяти раз золотника под действием его веса без подачи давления среды. Золотник должен скользить во внутренней поверхности корпуса плавно без заеданий

Испытание на герметичность при закрытии и относительно внешней среды производить подачей воды давлением 1,1 РN во входной патрубке клапана. Выходной патрубок клапана закрыт. Вода от мультипликатора подается под золотник. Запорные вентили В1 и В2 закрыты (см. рисунок 1).

Выдержка при установившемся давлении - не менее 3 мин.

Герметичность в затворе по классу С ГОСТ 9544, величина протечек должна соответствовать требованиям ГОСТ 9544. Пропуск воды через уплотнение по фланцам не допускается. Контроль визуальный.

3.3.4 Комплект фитингов, соединительной арматуры и рукавов высокого давления

Включает в себя:

- штуцеры переходные;
- штуцеры редуцирующие;
- быстроразъемные фитинги;
- врезные кольца, ниппели, накидные гайки;
- рукава высокого давления;
- прецизионные металлические трубки;
- и т.д.


Номенклатура и количество определяется Заказчиком

3.4 Электрооборудование

Электрическая установка питания и управления не входят в состав заказа.

В настоящей документации нет данных по подключению питания электродвигателя, управляющего оборудования.

Питание необходимо проводить маслостойким кабелем.

	При подключении гидравлического агрегата к заводской электрической сети нулевой провод и заземление должны присоединяться отдельно.
---	---

4. Техническое обслуживание (общие положения)

Техническое обслуживание подразумевает ежедневный контроль параметров работы гидросистемы и проведение регламентных работ по обслуживанию гидравлического оборудования.

Соблюдение рекомендаций приведенных в данной инструкции позволит обеспечить длительный срок работы оборудования и предупредить в значительной мере внезапные аварии и остановки.

4.1 Ежедневный и еженедельный контроль параметров

- контроль уровня масла перед каждым запуском, в случае необходимости дополнить маслом;
- ежедневный контроль температуры масла (оптимальная температура составляет $+40^{\circ}\text{C} \div +55^{\circ}\text{C}$); в случае превышения температуры следует установить причину и устранить ее;

- контроль температуры в узлах и компонентах гидравлического оборудования, на насосе, клапанах и трубопроводах; в случае сильно повышенной температуры установить причину и устранить ее;
- контроль рабочего давления;
- контроль шумов, ударов, колебаний давления в насосе, узлах и блоках управления и трубопроводе; в случае повышенного уровня шумов, ударов и т.п. установить причину и устранить ее;
- контроль герметичности клапанов, труб и РВД; в случае отсутствия герметичности установить причину и устранить ее;
- контроль загрязнения фильтров.

4.2 Ежедневные и ежемесячные регламентные работы

- контроль крепления узлов и элементов в гидросистеме; в случае обнаружения ослабленных болтов провести их затяжку;
- контроль состояния системы трубопроводов и РВД (фланцы, фитинги, крепления, износ, вспучивание и изломы РВД); в случае необходимости устранить причину и заменить элемент;
- контроль показаний измерительных приборов, например: манометров, датчиков-реле давления и температуры и т.п.;
- контроль загрязнения фильтроэлементов;

4.3 Квартальные и годовые регламентные работы

- контроль установок и работы предохранительно-разгрузочного клапана (предохранительный клапан каждые 3 месяца), распределителей (при наличии таковых), манометра и электронного датчика температуры и давления;

- контроль класса чистоты масла (минимум каждые 1-2 месяца), требуемый класс чистоты масла должен быть не ниже 7 класса по NAS 1638, в случае установления, что класс чистоты ниже рекомендуемого, необходимо проверить состояние фильтроэлементов и индикаторов загрязнения и при необходимости провести их замену, а масло очистить с помощью фильтрационно-охлаждающего агрегата;
- внешний осмотр элементов и узлов гидросистемы; в случае необходимости очистить, а сильно изношенные или поврежденные элементы заменить;
- замена фильтроэлементов;

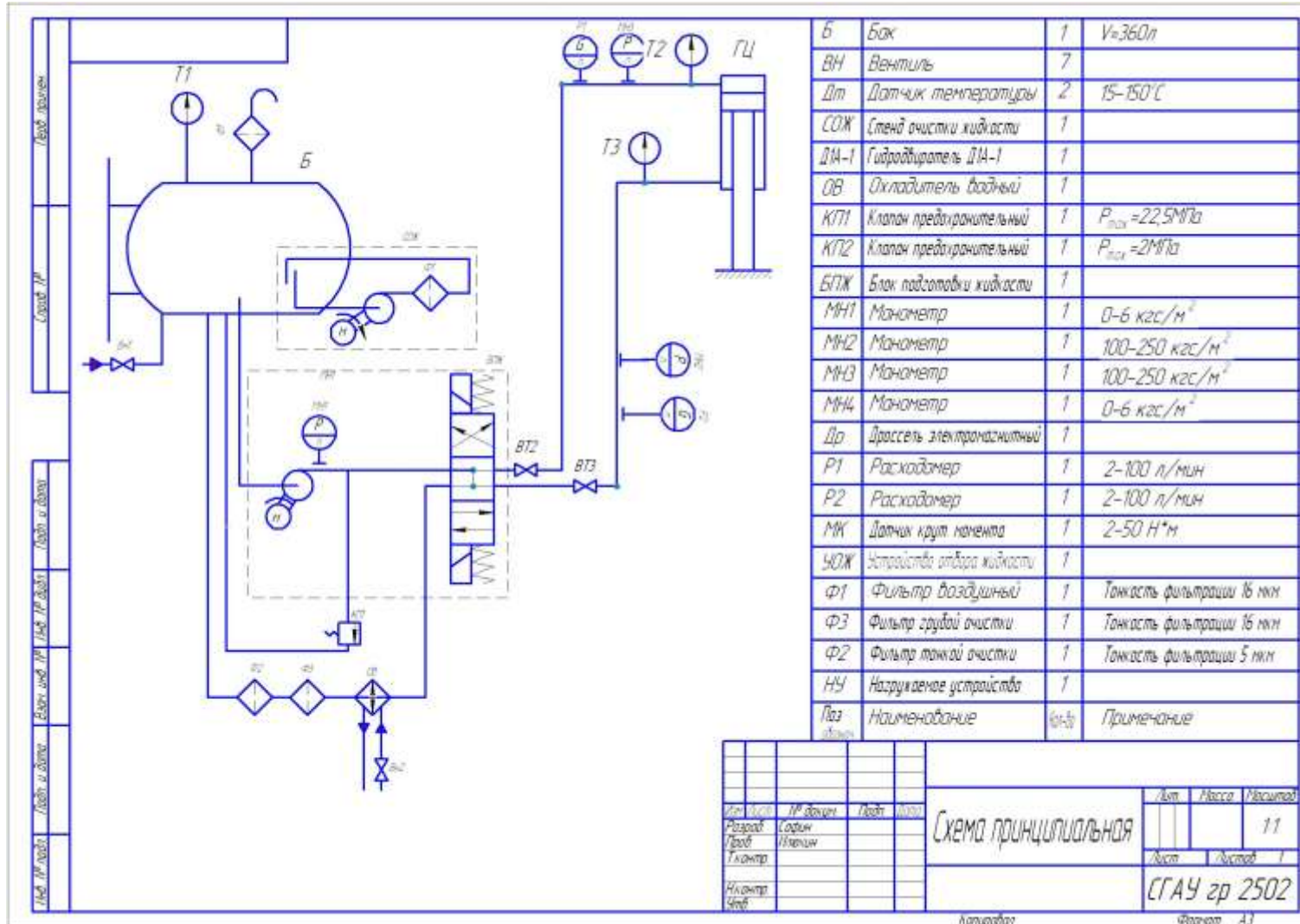
4.4 Годовые регламентные работы

- замена масла и очистка бака;
- деаэрация компонентов гидросистемы и трубопроводов;
- контроль утечек, проверка и затягивание всех резьбовых соединений, фланцев и фитингов;
- замена фильтроэлементов;
- проверка электрических соединений;
- проверка состояния вкладыша муфты соединяющей двигатель и насос; в случае износа необходимо ее заменить;
- контроль работы и функциональное испытание клапанов;
- контроль рабочей температуры и установок датчика температуры.

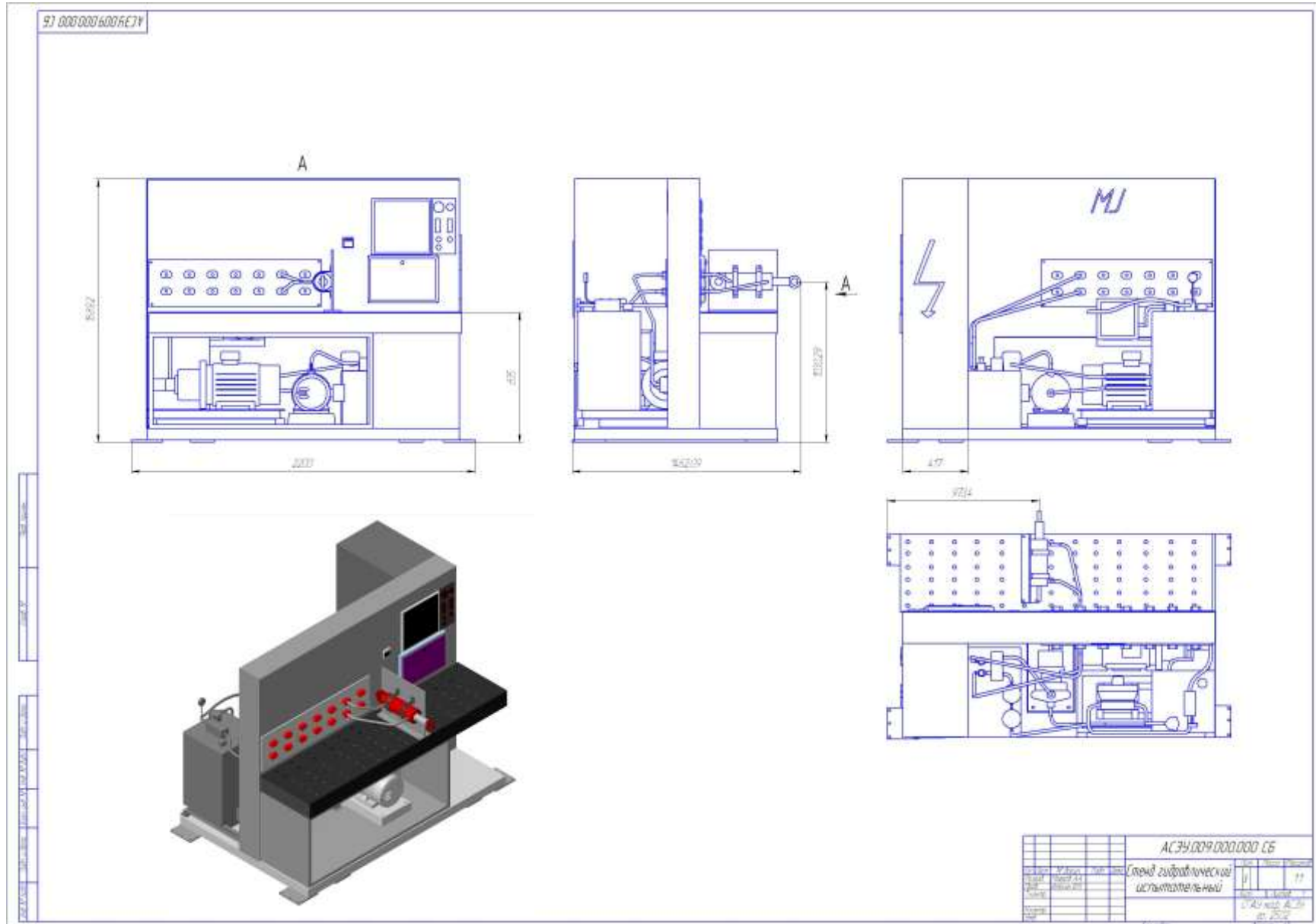
Список использованных источников

1. Конев А.Г. Правила выполнения схем авиационных гидропневмосистем: метод, указания /СГАУ, Самара, 1995, 24с.
2. В.С. Чистяков. Краткий справочник по теплотехническим измерениям -М.: Энергоатомиздат, 1990.-320с.
3. С.К. Боголюбов, А.В. Воинов. Курс технического черчения- М.: Машиностроение, 1973.-304с.
4. ГОСТ 11823-91 Клапаны обратные на номинальное давление $p_n \leq 25$ мпа (250 кгс/см²) общие технические условия.
5. В.И. Санчугов, В.Н. Илюхин Учебное пособие «Основные виды испытаний гидрооборудования» СГАУ/Самара, 2008, 61 с.

Приложение А – Схема принципиальная испытательного стенда



Приложение Б – Сборный чертеж испытательного стенда и его 3D модель



Учебное издание

Илюхин Владимир Николаевич
Решетов Виктор Михайлович

**Методические указания к курсовому проекту
по дисциплине «Испытания агрегатов и систем»**

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34