ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

Курс лекций

по дисциплине

ИСПЫТАНИЕ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ

САМАРА, 2011

ЛЕКЦИЯ 1

Введение

Гидравлические и пневматические системы находят огромное применение в механизмах и машинах, уровень развития отдельных агрегатов и систем в целом имеет большое значение. В авиации такие системы это:

- системы топливоподачи и автоматики двигателей;
- системы гидропривода органов управления самолётом в воздухе и на земле;
- системы кондиционирования воздуха в гермокабинах;
- противопожарные системы;
- управление вооружением;
- системы торможения.

Гидравлические системы получили огромное применение в составе средств производства:

- в металлообрабатывающих станках и автоматических линиях;
- в составе кузнечно-прессового оборудования;
- в сборочном производстве при транспортировке изделий;
- в робототехнике и других производствах.

По мере развития уровня техники роль испытаний неуклонно возрастает. К процессам испытаний предъявляют всё более жёсткие экономические и технические требования.

Испытания гидрооборудования, как и других механических устройств, это важнейший метод определения технических возможностей, результатов проектно-конструкторских и технологических решений, результатов эксплуатации и решения других задач, стоящих на пути совершенствования техники.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПЫТАНИЙ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ

Процессы испытаний, занимающие значительное место в общем объёме производства агрегатов и систем могут быть классифицированы различными способами, представленными на рис. 1.1. Они могут быть классифицированы:

- по виду решаемых задач;
- по организационным признакам;
- по виду воздействующих факторов;
- по видам показателей качества;
- по характеру нагружения;
- поуровню автоматизации.

1 По виду решаемых задач испытания можно классифицировать следующим образом:

1.1 Исследовательские испытания

Исследовательские испытания являются первоначальным этапом создания новых агрегатов. Главная их задача - изучение и анализ происходящих в агрегатах явлений и процессов, определение характеристик, изучение факторов, влияющих на надёжность и долговечность, составление различных математических моделей агрегатов, уточнение технических требований.

1.2 Опытные испытания

Цель опытных испытаний - отработка и доводка новых конструкций на соответствие требованиям технического задания. Как правило, включают в себя целый комплекс испытаний, воспроизводимых в лабораторных условиях.

1.3 Производственные испытания

Производственные испытания ставят перед собой цель контроля качества производства и разделяются на следующие виды: приемо-сдаточные, периодические, специальные. Вообще на производстве используется множество видов испытаний на различных стадиях изготовления.

На современном заводе основную номенклатуру агрегатов получают с других специализированных заводов, а часть изготавливают самостоятельно.

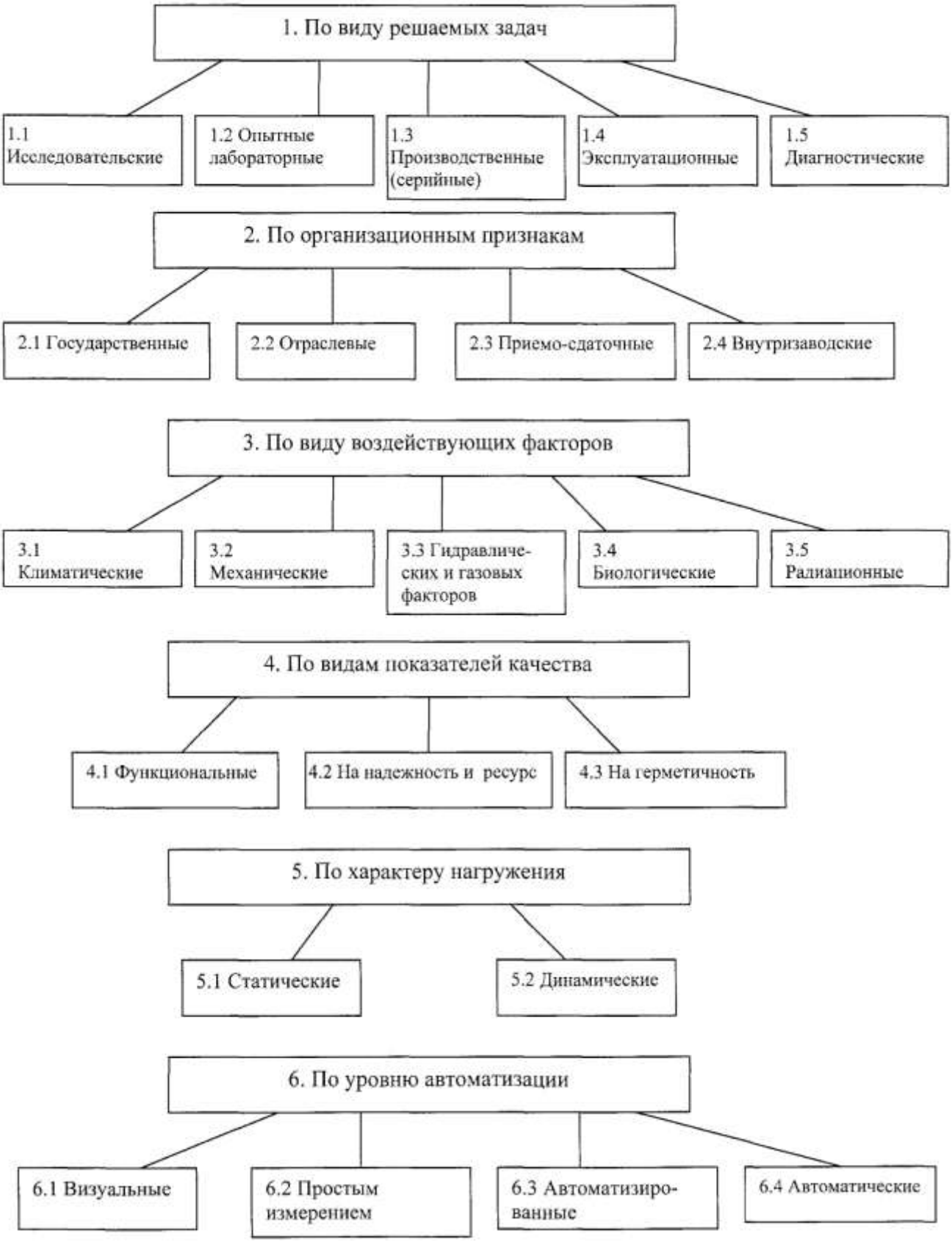


Рис 1.1. Классификация испытаний гидрооборудования

Полученные изделия проходят, в основном, три стадии испытаний:

- испытания по входному контролю;
- испытания после монтажа на изделии;
- приемно-сдаточные испытания при передаче изделия заказчику.

Агрегаты собственного изготовления после сборки проходят внутрицеховые контрольные испытания и приемо-сдаточные испытания при передаче в сборочный цех.

1.4 Эксплуатационные испытания

Эксплуатационные испытания являются завершающей стадией создания агрегата и осуществляются на специальных изделиях-лабораториях в течение всего периода эксплуатации.

1.5 Диагностические испытания

Диагностические испытания ставят своей целью обнаружения отказов и неисправностей на ранних этапах их развития.

Различают два основных вида диагностирования: тестовое и функциональное.

При тестовом диагностировании на вход объекта подаются специальные тестовые воздействия и по реакции объекта судят о его техническом состоянии.

При функциональном диагностировании на вход объекта задаются рабочие параметры сигналов (давление и расход, температуры, частоты вращения) и по отклонению выходных параметров судят о техническом состоянии.

2 По организационным признакам испытания можно разделить на следующие виды:

2.1 Государственные.

2.2 Отраслевые.

2.3 Приемо-сдаточные.

2.4 Внутризаводские.

Они имеют своей целью оценку технико-экономических показателей качества продукции, имеющей соответствующее значение на государственном, отраслевом или ином уровне.

3 По виду воздействующих факторов испытания могут быть классифицированы следующим образом:

3.1 Климатические испытания

При климатических испытаниях в качестве воздействующих факторов может применяться:

- повышенное и пониженное атмосферное давление;
- повышенная и пониженная температура;
- изменение влажности;
- вакуум;
- соляной туман и др.

3.2 Испытания на воздействие механических нагрузок

Эти испытания проводятся при сжимающих, растягивающих, изгибающих и крутящих силах и моментах; линейных, угловых и центростремительных ускорениях, вплоть до нулевого (невесомости).

3.3 Испытания на воздействие гидравлических и пневматических факторов

При таких испытаниях используются давления и расходы рабочих сред, изменяется их физико-химический состав и свойства, изменяется уровень их загрязненности и т.д.

3.4 Биологические испытания

При биологических испытаниях испытывается воздействие бактерий, грибков и т.д.

3.5 Радиационные испытания

При радиационных испытаниях систем, использующих атомную энергию осуществляются радиационные испытания при различных видах излучения.

4 По видам показателей качества испытания можно разделить на:

4.1 Функциональные, в ходе которых определяется соответствие функциональных характеристик агрегата, предъявляемым требованиям.

4.2 На надежность и ресурс.

4.3 На герметичность.

5 По характеру нагружения испытания делятся на:

5.1 Статические испытания – это испытания, при которых величина внешнего воздействия остаётся постоянной.

5.2 Динамические испытания – это испытания, при которых величина внешнего воздействия меняется в процессе испытаний в заданном диапазоне частот и ускорений.

6 По уровню автоматизации различают следующие виды испытаний:

6.1 Визуальные - самый простейший вид испытаний, когда параметры (или результаты) определяются на глаз.

6.2 Простым измерением оценка параметров или результаты определяются по манометрам, ртутным или спиртовым термометрам.

6.3 Автоматизированные испытания, когда технологический процесс осуществляется с помощью различного рода автоматических систем, выполняющих измерение параметров, обработку и выдачу информации, но осуществить весь процесс без участия человека невозможно.

6.4 Автоматические испытания – это испытания, при которых весь процесс испытаний происходит без участия человека.

ЛЕКЦИЯ 2

2. МЕТОДЫ И СХЕМЫ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ИСПЫТАНИЙ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ

2.1. Функциональные испытания

Цель испытаний: оценка функциональных характеристик агрегатов и соответствия их техническим условиям.

Это самый распространенный вид испытаний: контрольно-сдаточные, периодические и др. виды.

Порядок организации и проведения испытаний.

1) Анализируют технические условия (ТУ) и определяют перечень значения режимных параметров (основных и вспомогательных) и диапазоны их отклонений.
2) Определяют структурный состав технологического испытательного стенда, включая типы основных систем (см. пример на рис. 2.1.).

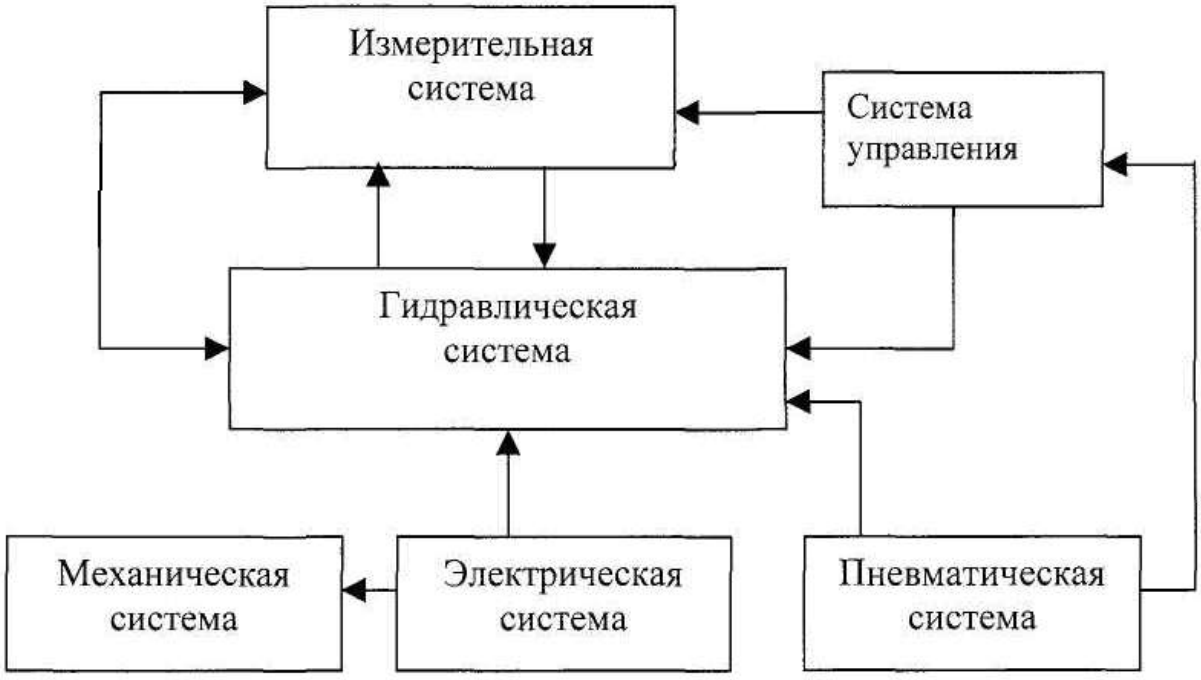


Рис 2.1. Структурная схема испытательного стенда

3) Определяют перечень измеряемых (основных и вспомогательных) параметров при проведении испытаний.

4) Определяют структуру гидравлической части стенда (см. пример на рис. 2.2.)
5) Определяют агрегатный состав стенда, т.е. разрабатывают принципиальную, механическую, пневматическую схемы.
6) Выполняют необходимые расчеты (мощность приводов отдельных агрегатов, давления и расходы, проходные сечения, температурный режим).
7) Выбирают номенклатуру входящих агрегатов.
8) Разрабатывают схемы испытаний (принципиальную и соединений).
9) Разрабатывают конструкцию стенда и изготавливают его.
10) Составляют план проведения испытаний.
11) Определяют порядок и форму регистрации измеряемых параметров.
12) Составляют программу и технологии проведения испытаний.
13) Определяют методики измерений и обработки полученных результатов, форму отчетности.

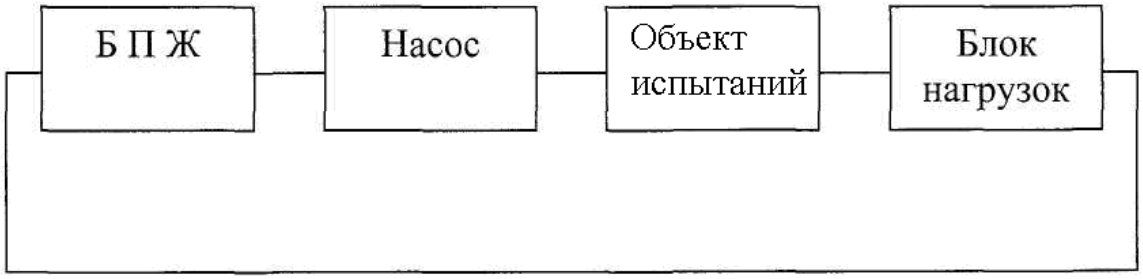


Рис. 2.2 Гидравлическая часть стенда

2.1.1. Функциональные испытания насосов

Функциональные испытания насосов проводят в соответствии с ГОСТ 14658. Стандарт определяет правила приемки при периодических и приемо-сдаточных испытаниях.

При периодических испытаниях проверяют:

- внешний вид;
- габаритные и размеры;

- массу;
- материал деталей;
- функционирование;
- функционирование при минимально допустимом давлении на входе;
- прочность;
- наружную герметичность;
- номинальный рабочий объем, V_o;
- минимальный рабочий объем;
- подачу (min., номинальную) $Q_{ном} = Q_{изн}\frac{n_{ном}}{n}$;
- коэффициент подачи $K_Q = \frac{Q_{изм}}{V_0 \cdot n_{изм}}$;
- КПД (полный) $\eta = \frac{P_э}{P} \approx 159{,}1\frac{P \cdot Q_{изм}}{M_{кр} \cdot n}$;

$P_э$ - номинальная эффективная мощность,

P - выходная (гидравлическая) мощность;

- номинальную мощность, $N_{ном}$ (при $P_{ном}$, $Q_{ном}$, $n_{ном}$);
- удельную массу $\overline{M} = \frac{M}{N_{ном}}$;
- уровень звуковой мощности;
- ресурс;
- наработку на отказ;
- вибрационную характеристику;
- виброустойчивость;
- вибропрочность;
- функциональные зависимости параметров.

При приемо-сдаточных испытаниях проверяется:

- функционирование;
- наружную герметичность;
- подачу $Q_{ном}$;
- номинальную мощность;

- коэффициент подачи.

Стандарт определяет:

1) Общие требования к измерению параметров:
   - погрешности частоты ±3%;
   - время на реверс ±0,02с;
   - параметров вибрации ±15%.
2) Условия испытаний:
   - тепловой режим испытаний;
   - чистоту рабочей жидкости.

3) Принципиальная схема и состав испытательного стенда показаны на рис. 2.3. В состав стенда включают следующие узлы и агрегаты: 1 - гидробак; 2 - испытываемый насос; 3 – гаситель пульсаций давления; 4 – нагрузочное устройство; 5 – гидродроссель; 6 – предохранительный гидроклапан; 7 – электрический мотор; 8 – измеритель крутящего момента; 9 – измеритель частоты вращения; 10 – измеритель давления; 11 – измеритель амплитуды пульсаций давления; 12 – измеритель расхода; 13 – термометр.

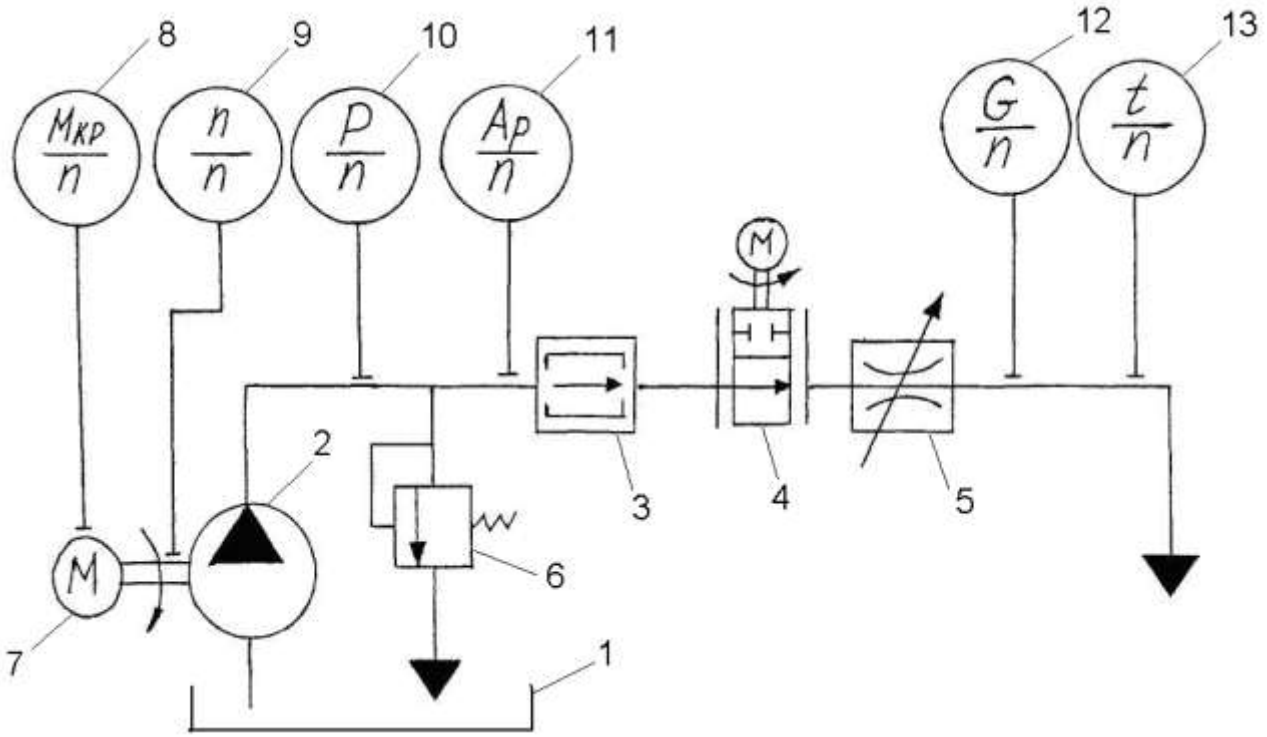


Рис. 2.3. Принципиальная схема и состав испытательного стенда

4) Проведение испытаний. Условия применения и поддержания параметров стендов (давление на входе, выходе, частота вращения).

5) Измеряемые параметры:

основные:

- давление на выходе из насоса;
- расход жидкости;
- работа вращения;
- момент крутящий на валу насоса.

параметры вспомогательные:

- температура рабочей жидкости;
- давление на входе в насос (давление подкачки).

В соответствии с определенными параметрами стенд оснащается необходимыми средствами измерения.

Подачу насоса 2 (рис. 2.3) проверяют при отсутствии противодавления, то есть при полностью открытом дросселирующем распределителе 5.

Расходомером определяют подачу насоса $Q_{НЗН}$ на определенной частоте вращения. Номинальную подачу определяют по формуле:

$$Q_н = Q_{изм} \cdot \frac{n}{n_{изм}} \qquad (2.1)$$

Характеристику насоса Q=A(P) (рис. 2.4) строят по измеренным значениям подачи насоса при различном давлении на выходе.

Мощности на выходе из насоса и на валу насоса вычисляют по формулам:

На выходе из насоса $N_{пол} = PQ$,

где P – давление на выходе насоса;

Q – суммарная подача всех потоков.

На валу насоса $N_{потр} = M_{кр}n$.

КПД насоса определяют по формуле:

$$\eta = \frac{N_{пол}}{N_{потр}} = \frac{P \cdot Q}{M_{кр} \cdot n} \qquad (2.2)$$

Коэффициент подачи:

$$K_Q = \frac{Q_{изм}}{V_0 \cdot n_{изм}}, \qquad (2.3)$$

где V_0 - рабочий объем, $м^3$.

Объемный КПД насоса:

$\eta_V = \frac{Q_{ном}}{Q_{х.х}}$ - при номинальном давлении. (2.4)

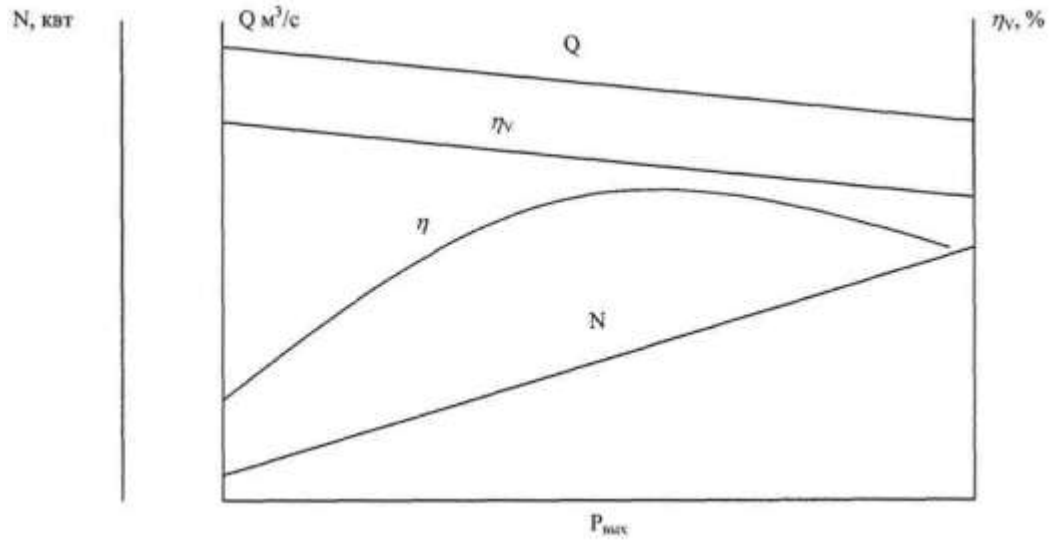


Рис.2.4. Характеристика насоса

В целом рассматриваемый стандарт определяет функциональные характеристики насоса и не учитывает нестационарность протекания рабочих процессов насосов и взаимодействие динамических характеристик насосов с присоединенной стендовой системой.

Однако, к настоящему времени, благодаря исследованиям Шорина В.П., Шахматова Е.В., Орлова Ю.Н. и ряда других авторов, установлено, что работоспособность и ресурс современных насосов и стендовых агрегатов в значительной степени определяются колебаниями давления и расхода жидкости в выходных магистралях насосов и установленных за ними агрегатах.

Известно, что колебания давления рабочей жидкости являются результатом взаимодействия насоса с присоединенной системой в соответствии со схемами, представленными на рис. 2.5.

На схемах обозначено:

$Z_и$- внутренний импеданс источника колебаний;

$Z_н$- внутренний импеданс стендовой системы;

P(Q) - производительность источника колебаний давления (расхода) жидкости.

$P_и$ - амплитуда колебаний давления на выходе из источника.

Амплитуда колебаний давления на выходе из насоса имеет вид:

- для эквивалентного источника давления:

$$P_И = P\frac{Z_Н}{Z_И + Z_Н} \tag{2.5}$$

- для эквивалентного источника расхода:

$$P_И = Q\frac{Z_И + Z_Н}{Z_И Z_Н} \tag{2.6}$$

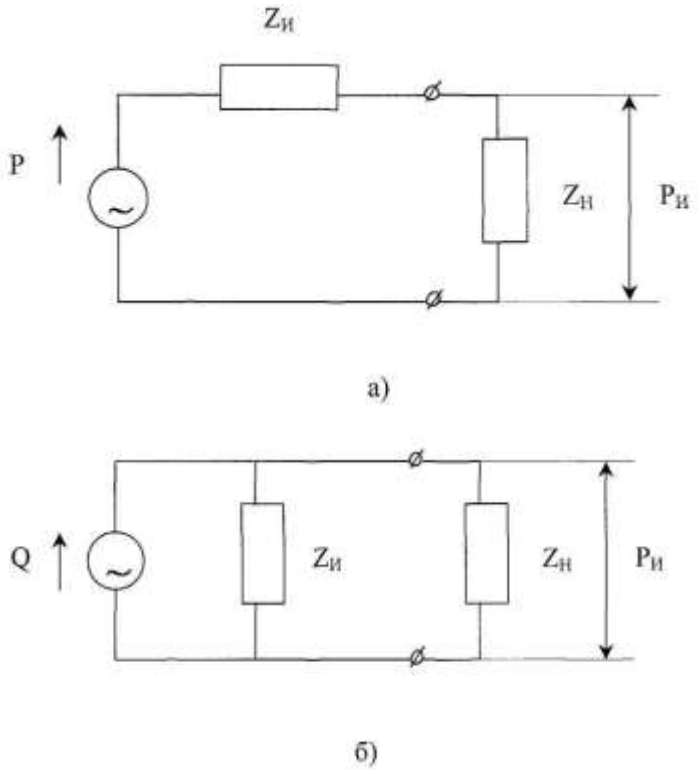


Рис. 2.5. Схемы для расчета параметров колебательного течения жидкости на выходе из насоса: а) - с эквивалентным источником колебаний давления;
б) - с эквивалентным источником колебаний расхода.

Приведенные выражения показывают, что колебания давления на выходе из насоса зависят в равной степени от характеристик насоса и присоединенной системы.

При этом использование стендов в комплектации рекомендуемой рассматриваемым стандартом имеет целый ряд недостатков:

l) Не представляется возможным оценить собственные характеристики насоса, так как не определены динамические характеристики стендовой системы.

2) Испытания одного и того же насоса на различных стендах не будут давать однозначного результата по измерению колебаний давления на выходе.

3) Испытания различных насосов на одном и том же стенде так же будут приводить к разбросу измерений колебаний.

С целью устранения указанных недостатков в стендовые системы различных стендов должно быть введено специальное устройство (блок граничных условий) с известным импедансом, которое должно стабилизировать входной импеданс стендовой системы на заранее заданном уровне. С этой целью могут быть использованы различные устройства:

- комбинации отрезков трубопроводов различных длин и диаметров в совокупности с емкостью (рис. 2.6. а);
- "бесконечно длинный трубопровод";
- линейного гидравлического сопротивления, установленного на входе в емкость достаточных размеров (рис. 2.6. б);
- гасителя колебаний с активным волновым сопротивлением.

Необходимо отметить, что применение двух последних вариантов связано с использованием сосредоточенных линейных гидравлических сопротивлений. Точный подбор и фиксация величины таких сопротивлений на практике достаточно трудоемки, как в силу сложности их конструктивного оформления, так и вследствие зависимости сопротивления от температуры жидкости.

Если в процессе испытаний не требуются данные о точных величинах нагрузочных импедансов, а требуется только вариация их характера и величины, задача формирования блока граничных условий значительно упрощается. Появляется возможность непрерывного изменения величины и характера нагрузочного импеданса.

Характер нагрузочного импеданса формируется соответствующим подбором и схемой соединения основных элементов (емкости, инерционности, активного сопротивления), а непрерывное изменение величины импеданса наиболее просто осуществить изменением гидравлического сопротивления, несколько сложнее - изменением емкости.

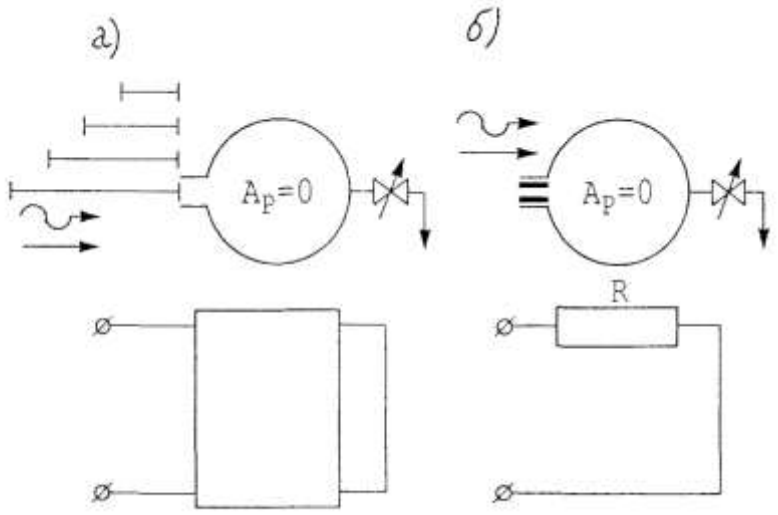


Рис. 2.6. Схемы блоков граничных условий:
а - реализация частотно зависимого нагрузочного сопротивления;
б - вариант реализации "бесконечно длинного трубопровода"

Примеры реализации блоков граничных условий с изменяемыми величиной и характером нагрузочного импеданса приведены на рис. 2.7.

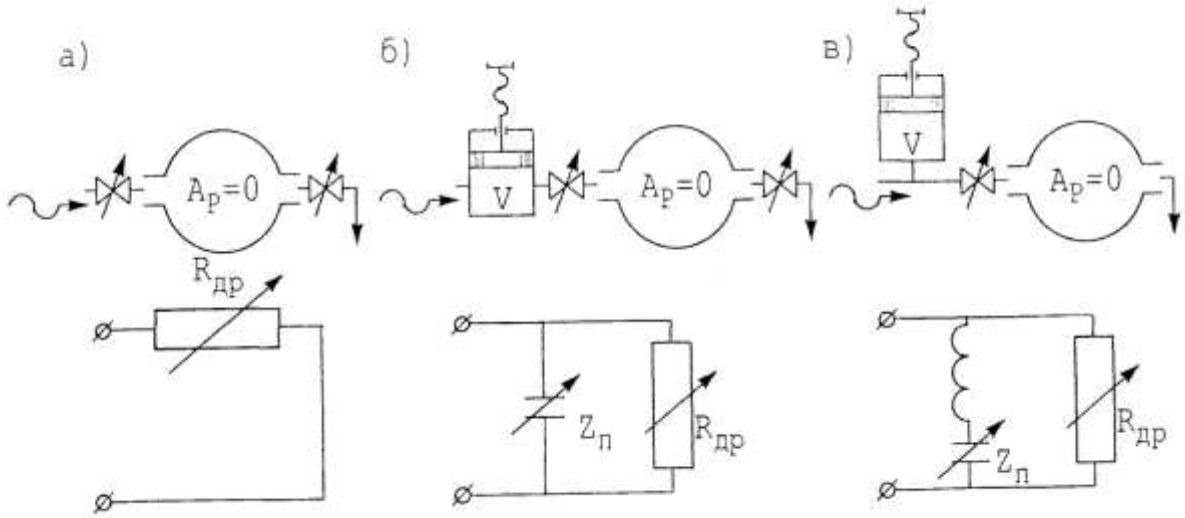


Рис. 2.7. Схемы блоков граничных условий с регулируемыми параметрами:
а - активная изменяемая нагрузка; б - емкостная изменяемая нагрузка;
в - знакопеременная изменяемая нагрузка

ЛЕКЦИЯ 3
Функциональные испытания гидромоторов

Проводят в соответствии с ГОСТ 20719. (Рис. 3.1)

При проверке функционирования следует проверять:

- осуществление вращения выходного звена гидромотора;
- изменение частоты вращения выходного звена гидромотора путем подвода рабочей жидкости переменного расхода к рабочим полостям гидромотора;
- изменение направления вращения выходного звена гидромотора при изменении подвода рабочей жидкости и рабочим полостям гидромотора (при испытаниях реверсивных гидромоторов);
- отсутствие повышенной вибрации, ударов, стуков, резкого шума, толчков давления в магистралях, повышенного нагрева;
- характер выхода рабочей жидкости из-под пробок, крышек, фланцев по валу и т.п.

Проверку функционирования следует проводить в два этапа: в начале испытаний без нагрузки не менее двух кратковременных включений гидромотора на 5-10 с, а затем под нагрузкой до максимального значения давления.

Гидромоторы должны функционировать с сохранением заданных параметров после испытаний давлением до максимального включительно при продолжительности испытаний, установленной в стандартах или технических условиях на изделия конкретного типа.

При предварительных, приемочных, периодических и типовых испытаниях функционирование следует проверять при максимальной температуре рабочей жидкости, а также при других температурах, указанных в стандартах или технических условиях на изделия конкретного типа.

Проверке на прочность следует проверять все полости, в которых во время работы гидромотора может быть создано рабочее давление.

Прочность гидромоторов следует проверять путем подвода рабочей

жидкости к полости гидромотора при давлении не менее 1,25 номинального (но не менее максимального) с выдержкой не менее 3 мин.

При испытании потение наружных поверхностей, течь по резьбам и стыкам не допускаются.

Функционирование гидромоторов при предельных температурах проверяют при минимальной и максимальной температурах окружающей среды и соответственно максимальной и минимальной вязкостях рабочей жидкости при номинальных перепадах давления и частоте вращения.

Если температура рабочей жидкости меньше минимального значения, указанного в стандартах или технических условиях на гидромоторы конкретного типа, необходимо до начала испытаний температуру рабочей жидкости довести до установленного значения.

Основные измеряемые параметры:

- давление и расход жидкости;
- крутящий момент.

Крутящий момент на валу гидромотора определяют при номинальном перепаде давления, измеряемом МН1 и МН3 или МН2 и МН3 (дроссель открыт), с помощью балансирного динамометра нагружаемого устройства НУ.

Момент страгивания на валу ГМ определяют при номинальном перепаде давления, что достигается регулированием клапана К1 (дроссель открыт). С помощью НУ вал ГМ нагружают до полной его остановки. Затем, плавно снимая нагрузку, определяют момент страгивания.

Номинальную частоту вращения ГМ определяют при $\Delta P_{ном}$. При этом неравномерность частоты вращения не должна превышать заданного значения:

$$\delta = 2\frac{n_{max} - n_{min}}{n_{max} + n_{min}} \qquad (3.1)$$

Полный КПД гидромотора рассчитывают по формуле:

$$\eta = \frac{M \cdot n}{0{,}159 \cdot \Delta P \cdot Q} \qquad (3.2)$$

В состав стенда для испытания гидромоторов включают следующие узлы и агрегаты (рис. 3.1): 1 – испытываемый гидромотор; 2, 3, 5, 6, 8 – отсечные вентили; 4, 7 – нагрузочные устройства; 9, 10 – предохранительные клапана давления; 11, 14, 15 – измерители давления; 12, 16 – измерители расхода; 13 – измеритель крутящего момента; 17 – измеритель температуры.

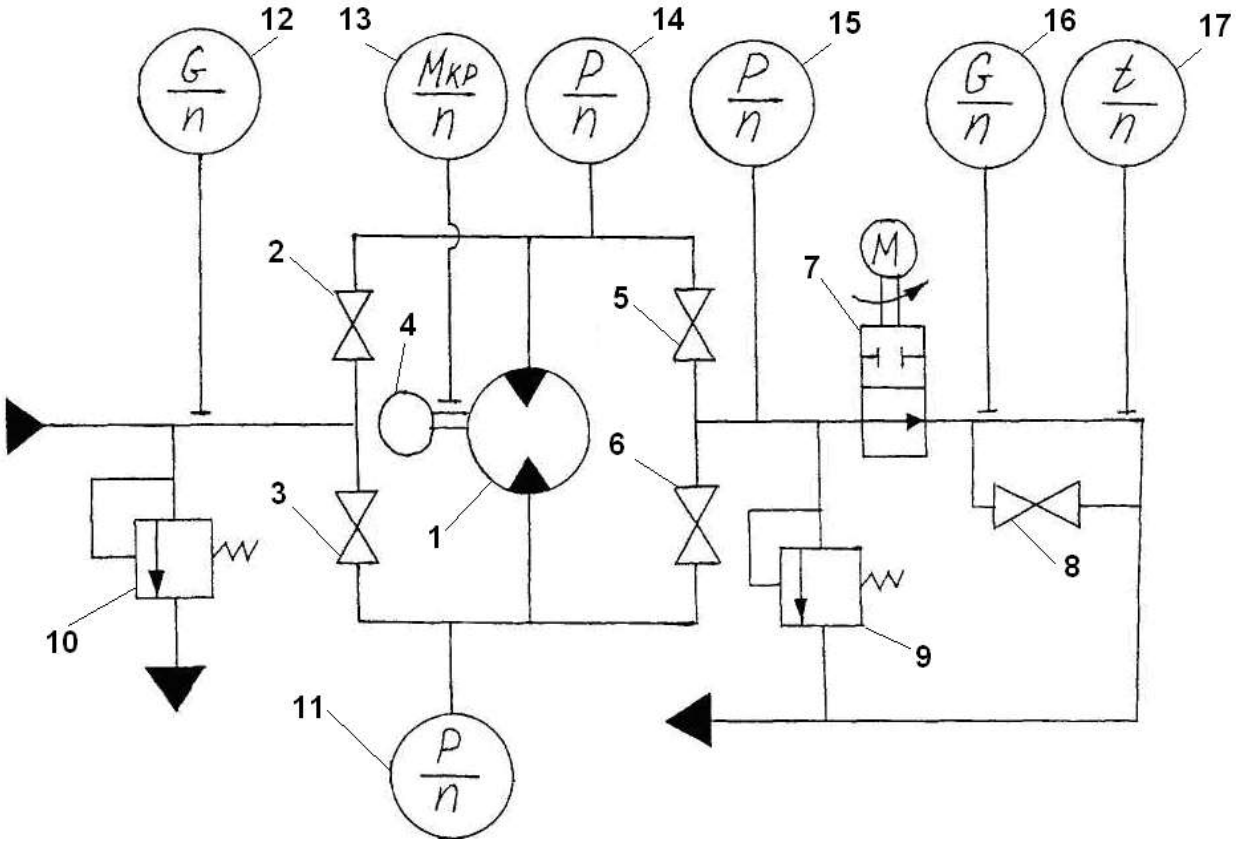


Рис. 3.1. Стенд для испытания гидромоторов

Стенд функционирует следующим образом: для осуществления вращения гидромотора 1 в одну из сторон открывают вентили 2 и 6 при этом вентили 3 и 6 закрыты. Для реализации вращения в другую сторону вентили 2 и 6 закрывают, а вентили 3 и 5 открывают. Механическая нагрузка на валу гидромотора 1 меняется с помощью нагрузки 4. Гидравлическая нагрузка в выходной магистрали гидромотора 1 меняется с помощью нагрузочного устройства 7. Повышение давления в подводящей и отводящей магистралях ограничивается

предохранительными клапанами 10 и 9 соответственно. Расход рабочей жидкости на входе в гидромотор и на его выходе регистрируется с помощью измерителей расхода 12 и 13 соответственно. Давление на входе и выходе испытуемого гидромотора регистрируется с помощью измерителей давления 11 и 14, 15. Крутящий момент, развиваемый на валу гидромотора 1 регистрируется с помощью измерителя крутящего момента 13. Температура в отводящей магистрали регистрируется с помощью измерителя температуры 17.

По результатам испытаний ГМ строят графики функциональных зависимостей M=A(n) η=A(n) (Рис.3.2).

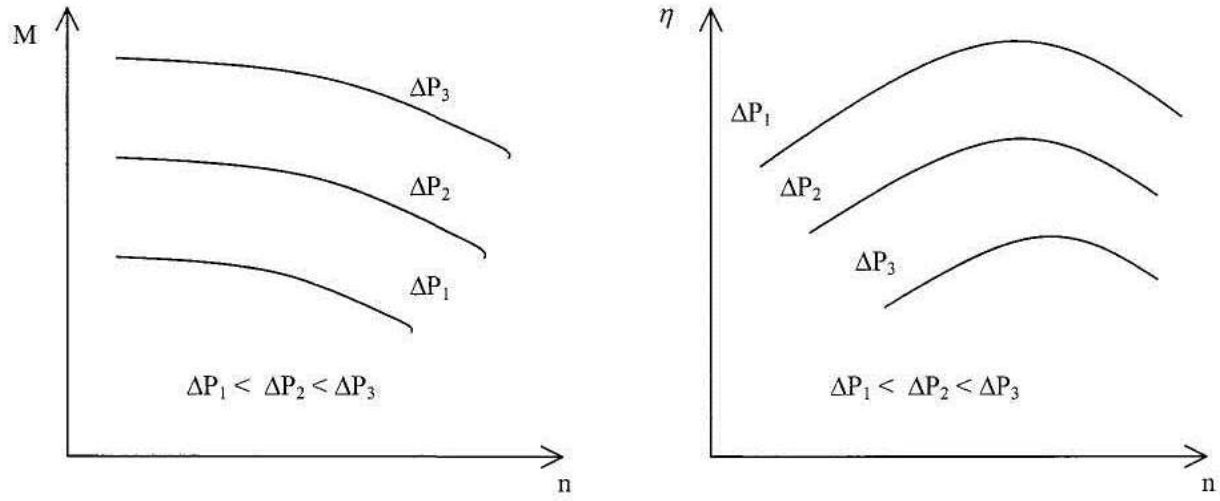


Рис 3.2. Графики функциональных зависимостей M=A(n) η=A(n)

ЛЕКЦИЯ 4. Функциональные испытания гидроаппаратуры.

Функциональные испытания гидроаппаратуры проводят в соответствии с ГОСТ 20245 (Рис. 4.1).

Испытания аппаратов начинают с проверки функционирования, прочности и герметичности.

В зависимости от типа гидроаппарата проверяют:

- проход рабочей жидкости в линиях, предусмотренных схемой гидроаппарата;
- характер и величину перемещения рабочих элементов гидроаппарата;

– регулирование расхода, давления, времени и т. д.

Проверка функционирования должна проводиться в два этапа:

1 - в начале испытаний при минимальном давлении;

2 - после проверки наружной герметичности и прочности при минимальном и максимальном давлениях управления и номинальном давлении в основных гидролиниях.

При типовых и периодических испытаниях функционирование необходимо проверять при максимальной температуре рабочей жидкости, а также при других температурах, указанных в стандартах или технических условиях на конкретные аппараты.

В состав стенда для проведения функциональных испытаний гидроаппаратуры включают следующие узлы и агрегаты:

1 – обратный гидроклапан; 2 - фильтр; 3 – испытываемый гидроаппарат; 4, 7, 9 – отсечные вентили; 5 – мерная ёмкость; 6 – гидродроссель; 8 – предохранительный гидроклапан; 10 – пневмогидроаккумулятор; 11, 12 – измерители давления; 13 – измеритель расхода.

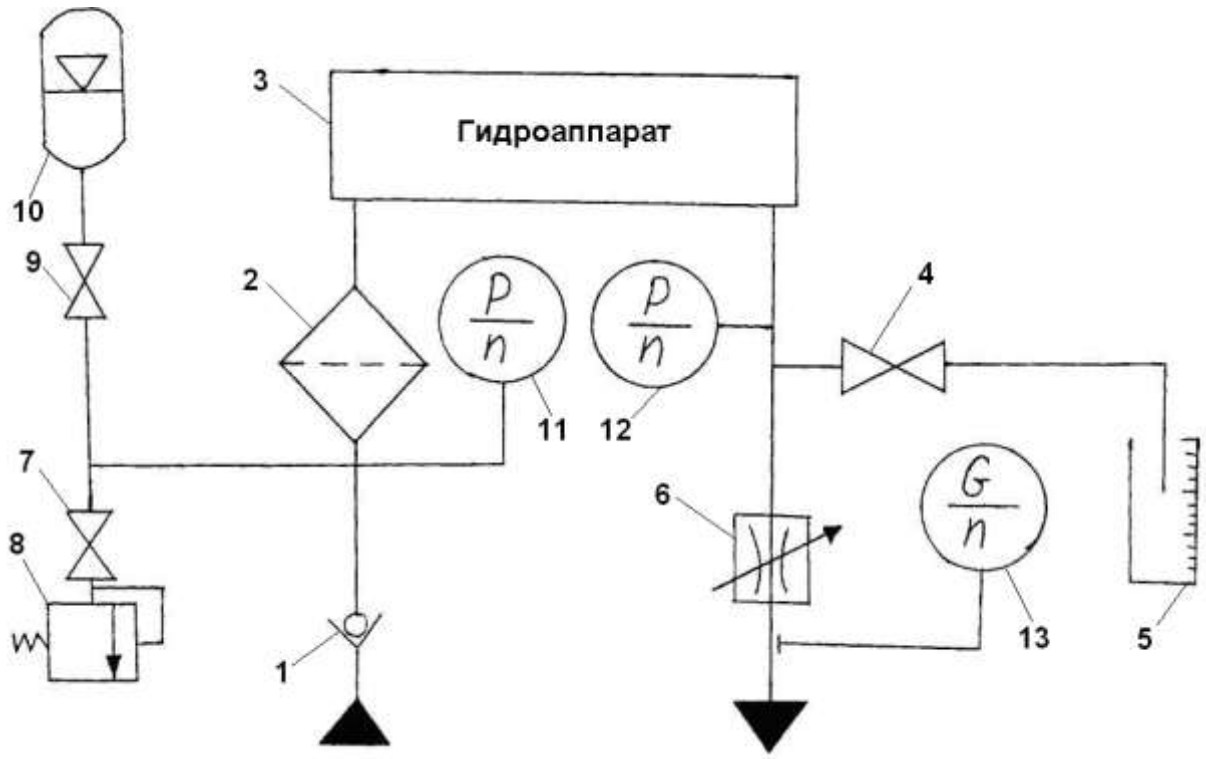


Рис. 4.1. Схема стенда для проведения функциональных испытаний гидроаппаратуры

Стенд функционирует следующим образом: рабочая жидкость поступает в испытуемый гидроаппарат 3 через обратный клапан 1 и фильтр 2. При резком падении давления в подводящей магистрали давление в ней будет восстановлено с помощью пневмогидроаккумулятора 10. Повышение давления в подводящей магистрали ограничивается предохранительным клапаном 8. Измерение утечек через испытуемый гидроаппарат производится с помощью мерной ёмкости 5. Расход рабочей жидкости, прошедшей через испытуемый гидроаппарат, регистрируется с помощью измерителя расхода 13. Давление на входе и выходе испытуемого гидроаппарата регистрируется с помощью измерителей давления 11 и 12.

Измерения параметров проводят по ГОСТ 17108.

Испытания должны проводиться на рабочей жидкости вязкостью 30-35 $мм^2/с$ (сСт).

Если испытания аппарата проводят на рабочей жидкости, вязкость которой обеспечить в указанном интервале невозможно (вода, эмульсия), параметры проверяют при температуре этой жидкости 20-50°С.

Если в стандартах или технических условиях параметры указаны при вязкости рабочей жидкости, отличной от установленной выше, допускается проводить испытания на рабочей жидкости с вязкостью, оговоренной в стандартах или технических условиях.

Комбинированные аппараты, состоящие из двух или нескольких аппаратов, выполняющих самостоятельные функции (например, регулятор расхода с предохранительным клапаном), следует испытывать по методике, установленной для каждого аппарата.

Испытания аппаратов должны проводиться на стендах, оборудованных кондиционерами рабочей жидкости. Класс чистоты рабочей жидкости по ГОСТ 17216 при испытании должен быть указан в стандартах или технических условиях на аппарат. Вязкость и класс чистоты рабочей жидкости должны проверяться не реже чем через 750 ч работы стенда (но не реже одного раза в

три месяца). Стенды должны иметь формуляр и техническое описание по ГОСТ 2.601.

Примечание. Приемосдаточные испытания допускается проводить на изделиях, на которые устанавливаются аппараты, если аппараты и изделия изготовлены одним и тем же предприятием.

Требования к средствам измерений - по ГОСТ 17108.

Перед проведением типовых испытаний должно быть проверено соответствие деталей и сборочных единиц гидроаппаратов рабочим чертежам, а также проведен микрометрический обмер основных деталей.

Перед проведением испытаний должны быть определены перепады давлений на участках гидролиний гидросистемы стенда, которые должны учитываться при измерении параметров испытываемого аппарата.

Испытательные стенды и условия проведения испытаний должны удовлетворять требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.086.

ЛЕКЦИЯ 5. Функциональные испытания гидроцилиндров.

Проводят в соответствии с ГОСТ 18464 (Рис. 5. 1, 5. 2).

Перед проведением испытаний гидроцилиндров необходимо:

- удалить воздух из гидравлической системы испытательного стенда и испытуемого гидроцилиндра;

- подвергнуть гидроцилиндры обкатке, режим которой устанавливается в стандартах или технических документах на гидроцилиндры конкретного типа.

Функционирование проверяют путем последовательного сообщения полостей (полости) с напорной и сливной магистралями, осуществляя троекратное перемещение штока (плунжера) по всей длине в обе стороны.

Проверку функционирования допускается совмещать с проверкой давлений страгивания и холостого хода.

Проверку функционирования проводят в двух режимах: без нагрузки и при номинальном давлении.

Примечание - При приемосдаточных испытаниях проверку функционирования допускается проводить только в одном из указанных

режимов.

Функционирование при предельных температурах проверяют при минимальной и максимальной температурах окружающей среды и при минимальной и максимальной вязкости рабочей жидкости.

Стенд для испытания гидроцилиндров на функционирование на холостом ходу состоит из следующих компонентов (рис. 5.1): 1 - испытуемый гидроцилиндр; 2 - манометр; 3 - вентиль; 4 - мерная емкость; 5 - гидрораспределитель; 6 - фильтрующая установка; 7 - термометр; 8 - гидробак; 9 - насос; 10 - теплообменный аппарат; 11 - предохранительный гидроклапан; 12 – фильтр

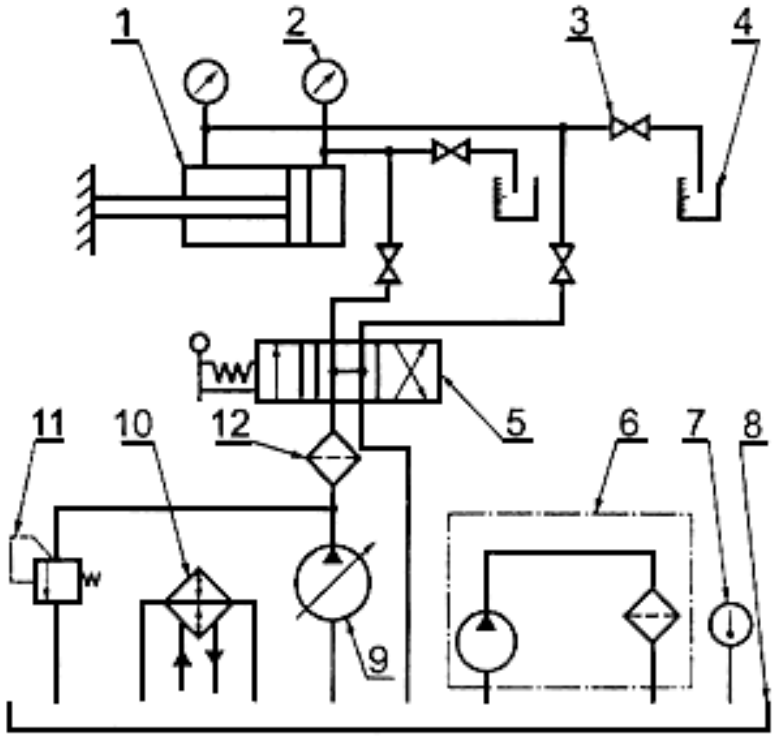


Рис. 5.1. Схема стенда для испытания гидроцилиндров функционирование на холостом ходу

Стенд для испытания гидроцилиндров на функционирование под нагрузкой состоит из следующих компонентов (рис.5.2): 1 - испытуемый гидроцилиндр; 2 - нагрузочный гидроцилиндр; 3 - двухпозиционный гидрораспределитель с гидравлическим управлением; 4 - трехпозиционный гидрораспределитель с электромагнитным управлением; 5 - нагрузочный насос;

6 - насос привода; 7 - гидробак; 8 - предохранительный гидроклапан; 9 - трехпозиционный гидрораспределитель с гидравлическим управлением; 10 - кран-демпфер; 11 - манометр; 12 - выключатель; 13 - динамометр

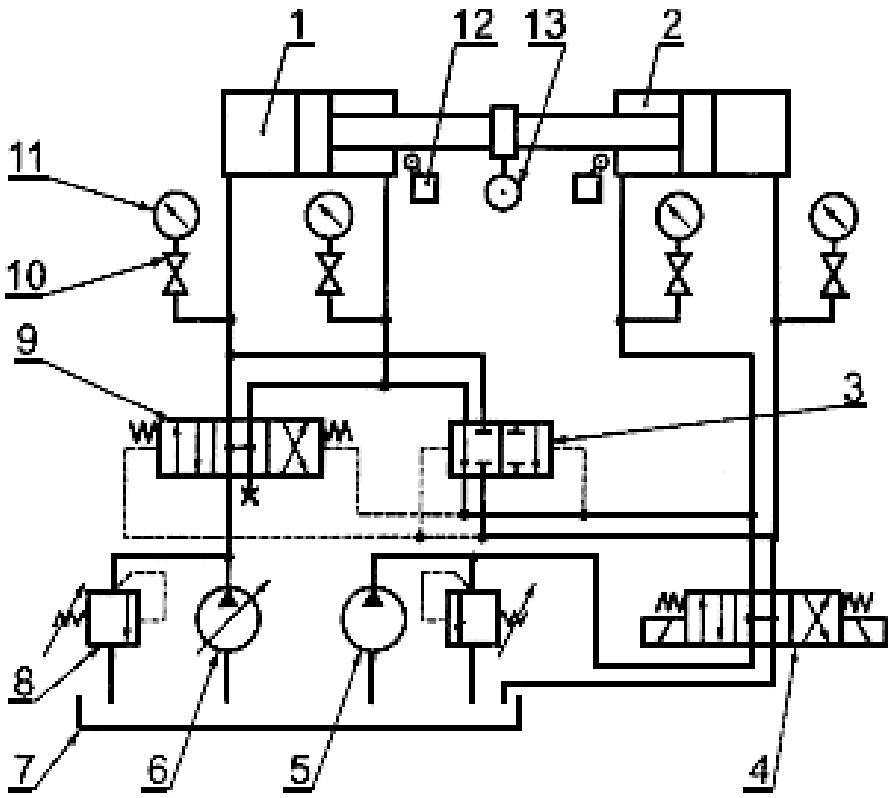


Рис. 5.2. Схема стенда для испытания гидроцилиндров на функционирование под нагрузкой

Испытания на герметичность

Некоторые сведения из теории герметичности уплотнений.

Уплотнения, то есть устройства, предотвращающие проникновение сред, непременно присутствуют в любых агрегатах. Сравнение уплотнений осуществляется по величине утечки рабочих сред, которая определяется по эмпирическим и теоретическим формулам, включающим определяющие размеры (Д, l, δ) и параметры режима (μ, υ, p).

Утечки образуются в результате:

- диффузий сред сквозь материал уплотнения;
- проникновения по зазорам и микронеровностям поверхностей;
- проникновения пленок смазывающего материала между перемещающимися контактирующими поверхностями.

Утечки вследствие диффузии $Q_д$ определяются свойствами материала и его

размерами:

$$Q_Д = -Д \cdot \frac{dc}{dx} \cdot F, \qquad (5.1)$$

где Д - коэффициент диффузии $см^2/с$, с - концентрация жидкости в материале уплотнения, F - площадь уплотнения в поперечном диффузии направлении, х - толщина материала.

Утечка Q по зазорам и микронеровностям:

$$Q = K\frac{B}{l} \cdot \frac{\Delta P}{\mu}\delta^3 \qquad (5.2)$$

где К - коэффициент формы щели,

В, 1, δ - ширина, длина, высота,

μ - коэффициент вязкости щели.

В принципе, расчету поддается и утечка пленки смазочного материала. Но на герметичность и трение существенно влияют многочисленные случайные факторы - загрязнение жидкости, старение материалов, температуры, деформации и так далее.

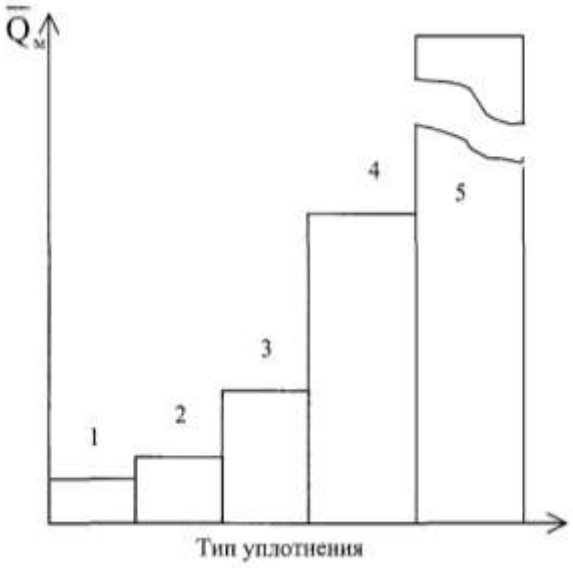
Их можно оценить при статистическом подходе к изучаемой проблеме, а для этого необходимо установить общие критерии - классы негерметичности. Устанавливаются они с учетом следующих соображений:

Утечки пропорциональны размерам соединений, поэтому целесообразно сравнивать уплотнения по величине утечки за килосекунду отнесенной к периметру уплотнения В; $\overline{Q} = \frac{Q}{B}\left[\frac{см^3}{дм \cdot кс}\right]$, либо по объему утечки V, отнесенному к площади штока F: $\overline{V} = \frac{V}{F}$.

Поскольку теоретически установлена зависимость величины утечки от рабочих параметров (μ, υ, р) величина утечки может быть выражена в относительных единицах и по отношениям к ним. Это дает возможность установить математическое ожидание $\overline{Q}_м$ и дисперсию утечки $\sigma_м$ (Рис. 5. 3).

Утечки $\overline{Q}$ и $\overline{V}$ на единицу поверхности уплотнителя позволяют сравнивать различные конструктивные схемы уплотнения.

Для оценки утечек $\overline{Q}$ и $\overline{V}$ применяют классы и группы герметичности.



1. уплотнения неподвижных соединений (УН);
2. уплотнения соединений возвратно-поступательного движения (УПЧ);
3. манжетные уплотнения валов УВ;
4. торцовые уплотнители валов УВ;
5. бесконтактные уплотнители УВ.

Рис. 5.3 Математическое ожидание утечек в зависимости от типа уплотнения

Количественная оценка утечек при эксплуатации изделий затруднена или даже невозможна. Поэтому в эксплуатации используется визуальная оценка.

При испытаниях в производстве, особенно при создании новых изделий используются специальные методы оценки герметичности (рис. 5.4).

Применяют гидростатические, пневматические и вакуумные методы.

Перед контролем герметичности изделия проводят подготовку конструкции к испытаниям: выдержку изделий при контрольных нагрузках и подготовку к измерениям.

Контроль герметичности, кроме случаев, особо оговоренных в ТУ, проводят при нормальных климатических условиях.

Методы контроля герметичности по способу индикации первичной информации подразделяют на сорбционные, пузырьковые, манометрические, масс-спектрометрические и т.д. (ГОСТ 18353).

Сорбционный метод контроля (рис. 5.4, а) основан на поглощении сорбентом (например, фильтровальной бумагой) рабочей жидкости, проникающей через уплотнение. Утечки при этом методе определяют двумя способами: по размеру пятна жидкости на фильтровальной бумаге (способ пятен) или по разности массы фильтровальной бумаги.

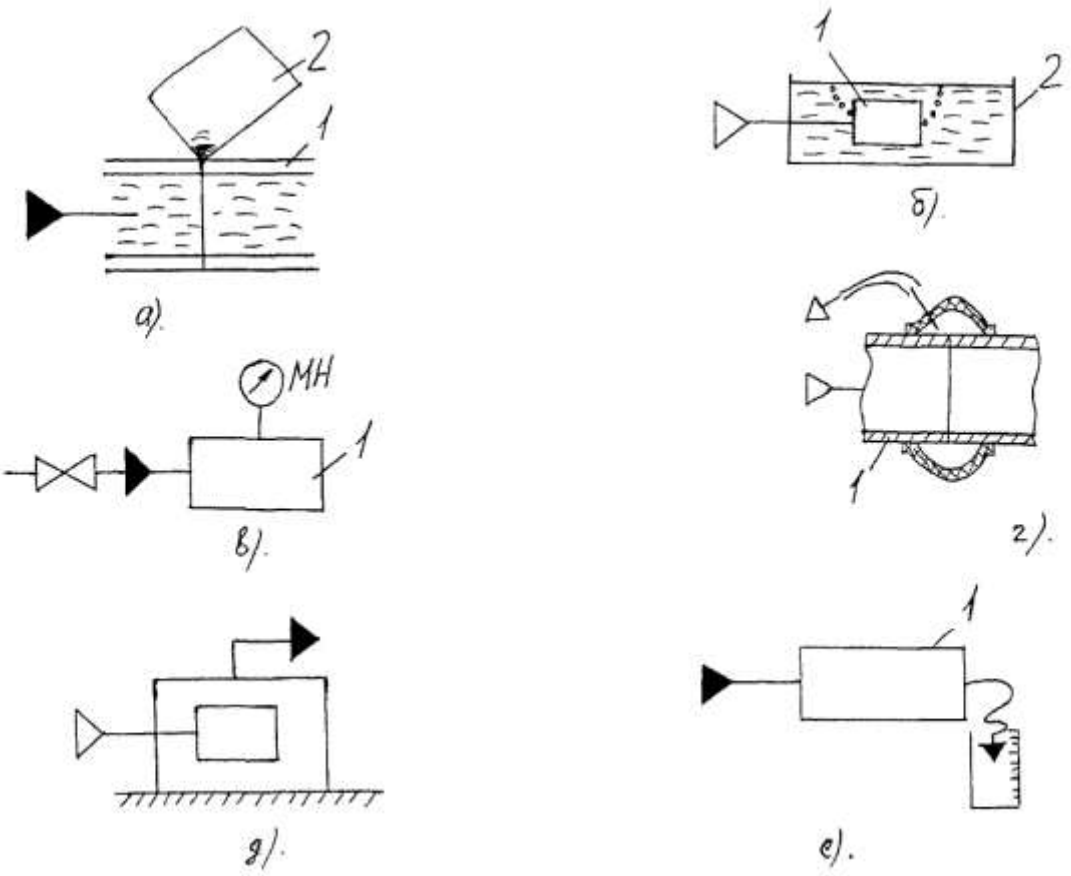


Рис. 5.4. Методы испытаний на герметичность

Бумагу прикладывают по периметру соединения контролируемого изделия в течение 30 с. Герметичность оценивают по таблицам по ширине мокрого пятна, либо взвешиванием бумаги.

Пузырьковый метод (рис. 5.4, б) основан на регистрации пузырьков индикаторного газа, проникающего через уплотнения. Степень герметичности определяют по количеству пузырьков газа в единицу времени.

Манометрический метод (рис. 5.4, в) контроля основан на измерении падения давления рабочей среды в полости изделия в течение определенного времени.

Масс-спектрометрический метод (рис. 5.4, г) контроля основан на регистрации ионов индикаторного газа, попавшего в вакуумную камеру через контролируемое изделие. Контроль при этом осуществляется по специальным приборам - течеискателям, которые представляют собой простейшие масс-спектрометры.

Контроль течи индикаторного газа определяют накоплением при атмосферном давлении и накоплением в вакуум (рис. 5.4, д).

Метрический метод основан на измерении объема количества утечек с помощью прямого измерения (рис. 5.4, е).

ЛЕКЦИЯ 6. Климатические испытания.

Проводятся в термокамерах, где могут быть созданы различные условия окружающей среды. (Рис. 6.1)

Испытания на устойчивость к воздействию повышенных температур проводят в камере тепла. Изделие выдерживают при рабочей температуре 6÷24ч, после чего испытывают на функционирование. Затем изделие выключают, температуру в камере повышают до заданного предельного значения (до 150 ... 160°С). В этих условиях изделие выдерживают в течение 4-х часов. По окончании выдержки, проверяют параметры изделия и осматривают его.

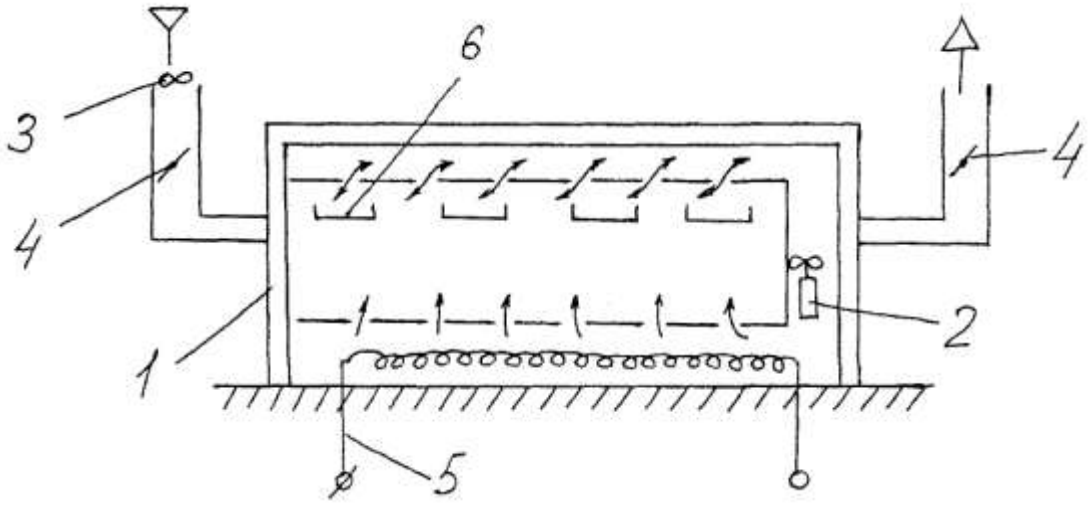


Рис. 6.1 Термобарокамера

В состав термобарокамеры (рис. 6.1) входят следующие узлы: 1 – корпус; 2 – внутренний вентилятор; 3 – внешний вентилятор; 4 – заслонки; 5 – нагреватель; 6 – ванночки для «сухого льда».

Испытания на устойчивость и воздействию пониженных температур проводят по аналогичным программам.

При температурных испытаниях важным является создание циклов изменения температур, соответствующих циклам изменения температур в эксплуатации или периоде хранения. Испытания проводят в термобронекамерах. Такая камера представляет собой силовой шкаф, оснащенный системой подогрева воздуха, охлаждения воздуха, вентиляции.

Повышенные температуры реализуются с использованием электронагревателя 5. Для получения пониженных температур в камеру помещают ванночки с "сухим льдом", а регулирование температуры обеспечивается системами вентиляции.

К климатическим испытаниям тесно примыкают биологические испытания. Эти испытания организуют при подготовке оборудования и работе в условиях тропического климата. При этом в камерах для увеличения роста грибковых микроорганизмов поддерживается температура +25 ÷ +60°С, влажность от 60 до 100%. Испытуемые объекты опрыскиваются суспензией из различных спор микроорганизмов. Период прорастания микроорганизмов ~28 дней.

После окончания испытаний изделие извлекается из камеры и испытывается на соответствия физических параметров требованиям ТЗ и ТУ.

Испытания в камерах вакуума - так называемые высотные испытания - необходимы для электрического и электронного оборудования агрегатов из-за потенциально неблагоприятного влияния таких характерных повреждений, как электрический пробой, утечка смазочных материалов и т.д. Поэтому при испытаниях электрических систем в вакууме стремятся к имитации реальных колебаний ионизации за счет применения специальных разрядников.

Испытания на воздействие песка и пыли проводят в специальных камерах, в которых воздуходувкой создают в воздушном потоке высокую концентрацию песка и пыли.

Для проверки качества функционирования изделия в процессе испытаний предусматривают подачи гидро- и электроэнергии и контроль параметров на соответствие ТУ.

ЛЕКЦИЯ 7. Механические испытания.

В программах испытаний устройств гидроприводов могут быть предусмотрены следующие механические испытания: на устойчивость и прочность к воздействию синусоидальной вибрации; на прочность к воздействию механических ударов, на устойчивость к воздействию линейных ускорений.

Испытания на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации проводят с целью проверки способности изделий выполнять свои функции и сохранять свои параметры в пределах значений, указанных в ТУ на изделие, в условиях воздействия синусоидальной вибрации в заданном диапазоне частот и ускорений. Такие испытания проводят на различных вибростендах. Наибольшее распространение нашли электродинамические вибростенды (рис. 7.1).

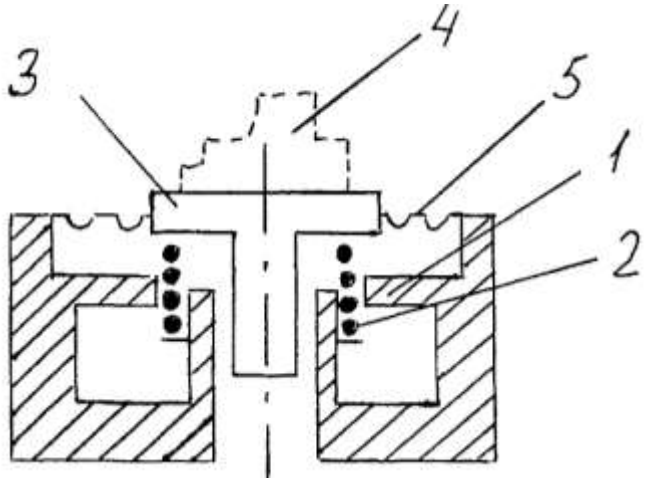


Рис. 7.1 Электродинамический вибростенд:
1 – постоянный магнит; 2 – подвижная катушка; 3 – платформа; 4 – испытуемое устройство; 5 – плоские пружины

В воздушном зазоре постоянного магнита 1 находится подвижная катушка 2, которая жестко соединена с платформой 3. На платформе крепится испытуемое устройство 4. Платформа крепится на магните плоскими пружинами 5. При пропускании переменного тока в ней возникает магнитное поле, которое взаимодействует с полем постоянного магнита. Это вызывает синусоидальные колебания платформы с используемым изделием в

вертикальной плоскости. Амплитуда колебаний зависит от массы испытуемого изделия, электромагнитной силы и свойств пружины 5. Частота колебаний определяется частотой переменного тока.

Испытания проводят в широком диапазоне частот с выдержкой изделия во включенном состоянии при функционировании изделия. Во время испытания измеряют основные параметры изделия на каждой частоте.

Испытания на прочность к воздействию синусоидальной вибрации проводят с целью проверки способности изделий противостоять разрушающему действию вибрации и сохранять свои параметры в пределах значений, указанных в ТУ на изделие, после воздействия вибрации.

Испытания проводят на тех же вибростендах, что и для испытаний на устойчивость. Но изделие не функционирует (в выключенном состоянии). Испытания проводят в течение длительного времени согласно ТУ. Крепление изделий к платформе должно по жесткости соответствовать креплению в эксплуатации. При этом особое внимание обращают на появление резонансных явлений, при которых резко растут вибрационные нагрузки и ухудшаются характеристики изделий. Для исключения резонансов проводят доработку крепления и конструкции изделия.

Испытания на прочность и устойчивость к воздействию механических ударов проводят на ударных стендах. При этом изделие периодически поднимают на определенную высоту и бросают на стол с амортизаторами. Варьируя высоту свободного падения Н и высоту сжатия У подбором амортизаторов по жесткости можно установить необходимую перегрузку при ударе.

Коэффициент перегрузки:

$$K_{П} = \frac{2H}{y} \qquad (7.1)$$

При проверке на устойчивость к воздействию механических ударов измеряют параметры изделия во время воздействия ударов.

Испытания на устойчивость к воздействию линейных ускорений проводят на центрифугах (рис. 2.17).

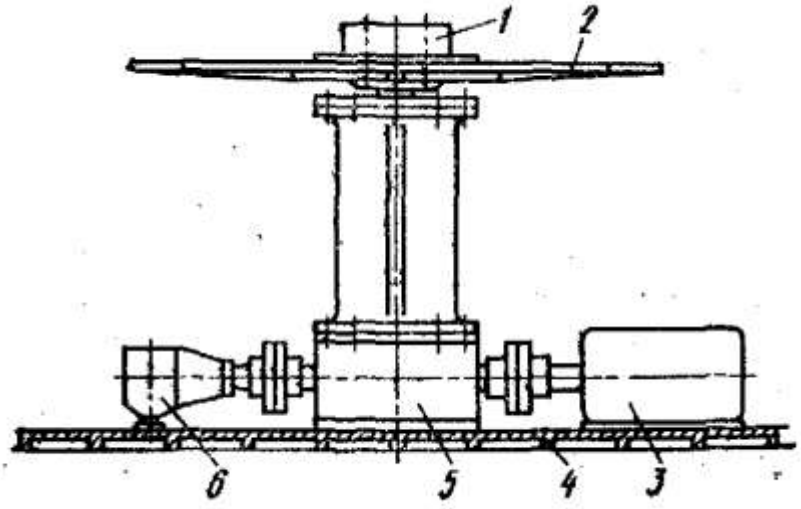


Рис. 7.2 Центрифуга

На рисунке 7.2 показана схема центрифуги, смонтированной на основании 4. Платформа 2 вращается от электродвигателя 3, который связан с платформой-редуктором 5. Плата 1 с зажимом позволяет укрепить испытуемое изделие на платформе на различных расстояниях от оси вращения. Тахометрический преобразователь 6 предназначен для измерения частоты вращения платформы. Кроме испытуемого изделия на платформе закрепляют противовес.

Коэффициент K_j перегрузки при линейном ускорении определяют по формуле:

$$K_j = \frac{a_{ц.б}}{g} = \frac{4\pi^2 n^2}{g} L, \qquad (7.2)$$

где:

a - центробежное ускорение;

g - ускорение свободного падения;

n - частота вращения;

L - расстояние от оси вращения до центра тяжести изделия.

Для получения необходимой перегрузки можно изменять частоту вращения n или расстояние L.

Изделие считают выдержавшим испытание, если в процессе и после испытания оно удовлетворяет требованиям, установленным в ТУ.

ЛЕКЦИЯ 8. СТЕНДЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ГИДРООБОРУДОВАНИЯ.

Технические характеристики стендового технологического оборудования определяют качественный технологический, экологический и социальный уровень всего производства агрегатов.

В настоящее время разработка контрольно-испытательного оборудования (КИО) регламентируются целым рядом нормативно-технических документов: СТП, ОСТов, ГОСТов.

Техническое задание разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001, ГОСТ 8.326.

Стадии разработки конструкторской документации по ГОСТ 2.103.

Виды и комплектность конструкторской документации по ГОСТ 2.102.

Разработка и оформление конструкторской и эксплуатационной документации по стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Разработка измерительных систем стендов в соответствии с отраслевой системой обеспечения единства измерений.

При разработке КИО рекомендуется принять модульный принцип - создавать унифицированные блоки и агрегаты:

- блоки подготовки жидкости (БПЖ);
- гидравлические блоки;
- блоки электрооборудования;
- блоки управления и т.д.

Блок подготовки жидкости

включает в себя:

- гидравлический бак;
- насосную станцию;
- агрегаты кондиционирования рабочей жидкости (фильтры, охладители, клапаны, и т.д.);
- арматуру.

Кроме того, блок подготовки жидкости должен включать в себя:

- средства сбора проб и средства экспресс-анализа чистоты рабочей среды;
- устройства закрытой заправки жидкостью;
- устройство, обеспечивающее промывку от технологических загрязнений.

В передвижном КИО блок подготовки жидкости располагается внутри него.

БПЖ стационарного КИО выносят, как правило, в отдельное помещение централизованных насосных станций.

Гидравлический бак

Объем бака должен быть не менее 3-х минутного расхода насосной станции. Бак должен быть закрыт, для исключения попадания частиц, содержащихся в атмосфере, в жидкость. Для этого, на баке, работающем без наддува, должен быть установлен дыхательный клапан с фильтром. На баке, работающем с наддувом, должен быть установлен предохранительный клапан, чтобы в баке не могло образоваться давление, превышающее рабочее более чем на 49 кПа (0,5 атм.).

Бак должен иметь:

- всасывающую арматуру, обеспечивающую забор жидкости выше уровня сливаемого отстоя;
- мерные стекла или датчики уровня жидкости;
- сливную арматуру;
- кран сливного отстоя;
- технологические люки и крышки для промывки внутренних полостей;
- внутренние перегородки или устройства гашения струи для уменьшения пенообразования.

Принципиальные схемы баков, работающих под наддувом и без наддува,

представлены на рис. 8.1. Неотъемлемыми частями баков являются агрегаты: 1 – собственно бак; 2 – сливной вентиль; 3 – воздушный фильтр; 4 – воздушный редуктор; 5 – предохранительный клапан; 6 – измеритель уровня; 7 – измеритель давления.

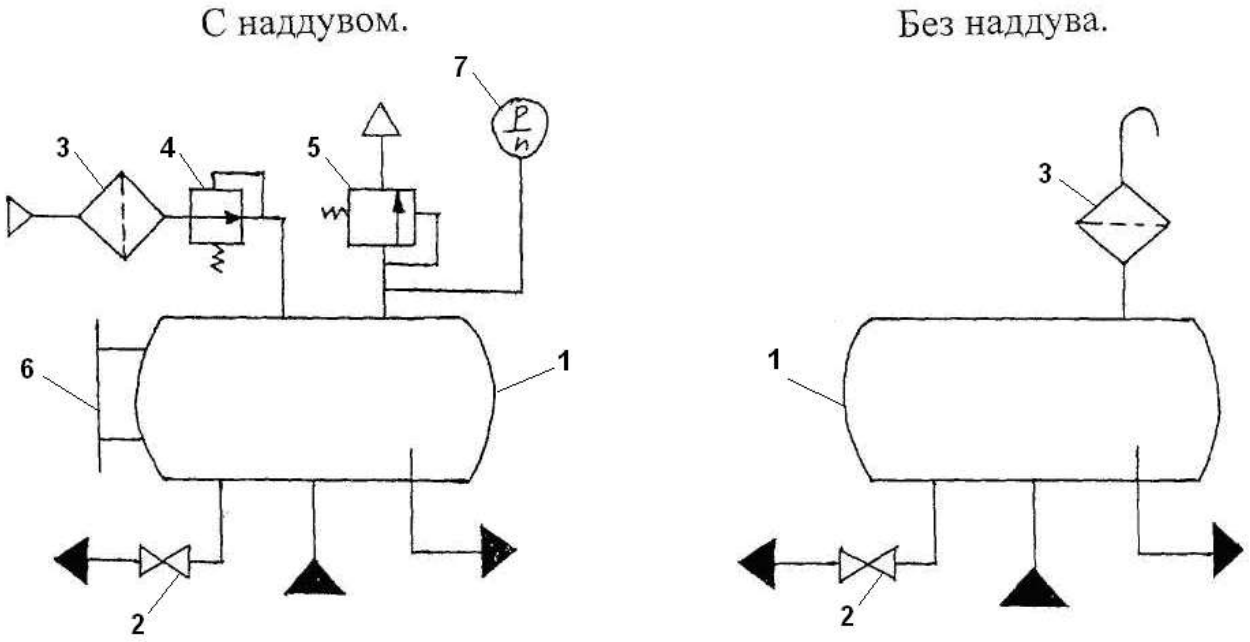


Рис. 8.1. Принципиальные схемы баков, работающих под наддувом и без наддува

Насосная станция

Включает в себя насос с электродвигателем, а в случае необходимости и насос подкачки с автономным приводом.

Насосная станция, как и весь блок подготовки жидкости, может располагаться внутри стенда, так и отдельно от него.

Насос БПЖ выбирается в соответствии с ТУ КИО. Привод насоса (электродвигатель) выбирается исходя из обеспечения заданной частоты вращения и мощности. Мощность привода рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{P \cdot Q}{612 \cdot \eta_{общ}} \qquad (8.1)$$

$\eta_{общ} = \eta_{привода} \cdot \eta_{насоса} \cdot \eta_{передачи}$

Агрегаты кондиционирования

Фильтры

К основным параметрам фильтров относят:

- номинальную тонкость фильтрования δ, мкм;
- номинальное давление $P_{НОМ}$;
- номинальный расход $Q_{НОМ}$;
- условный проход d_y;
- допустимый перепад давления на фильтроэлементе;
- ресурс работы фильтроэлемента.

Под тонкостью фильтрации понимают возможности фильтра удерживать частицы определенного размера. Различают абсолютную и номинальную тонкость фильтрации. Абсолютная тонкость фильтрации характеризуется минимальным размером частиц, полностью задерживаемых фильтром. Под номинальной тонкостью фильтрации понимают минимальный размер частиц, задерживаемых фильтром на 90-95%. Существует ряд номинальных тонкостей фильтрации δ = 1, 2, 5, 10, 16, 25, 40, 63 и 80 мкм. Фильтры грубой очистки (до 15 мкм), нормальной (до 10 мкм), тонкой (до 5 мкм), особо тонкой очистки (до 1 мкм).

Под номинальным расходом через фильтр понижают расход через фильтр с чистым фильтроэлементом при определенной вязкости жидкости и определенном перепаде давления.

Фильтр состоит из корпуса, фильтроэлемента, клапанов (перепускных и отсечных) и арматуры.

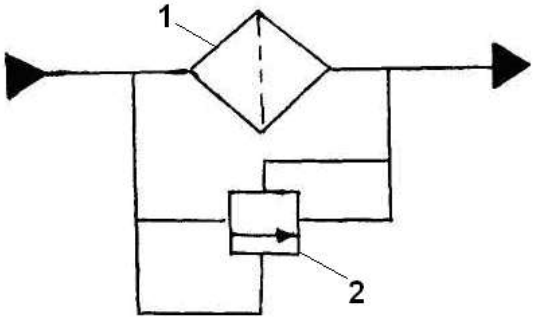
Схемы фильтров представлены на рис.8.2.:

- схема фильтра с перепускным клапаном (рис. 8.2.а) – при засорении фильтра повышается его гидравлическое сопротивление, это может привести к уменьшению расхода или даже прекращению подачи рабочей жидкости, для предотвращения этого применяют перепускной клапан;

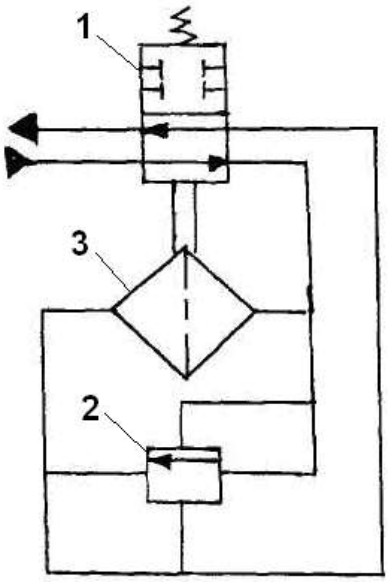
- схема фильтра с отсечным клапаном (рис. 8.2.б) - при замене фильтра происходит перекрытие магистрали для предотвращения протекания жидкости

из системы;

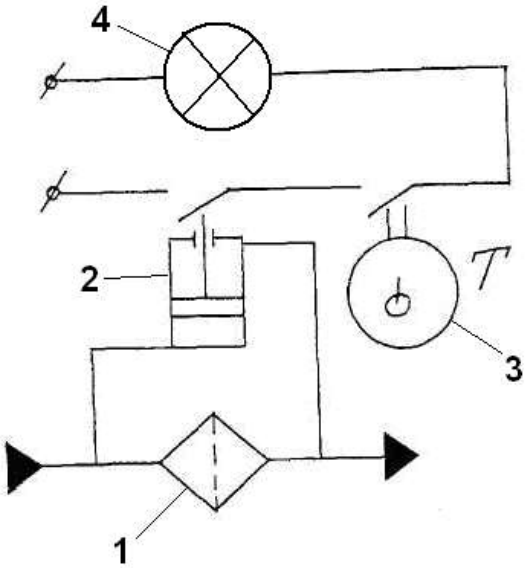
- схема фильтра с сигнализатором засорённости (рис. 8.2.в) - при засорении фильтра включается сигнализация.



а) - схема фильтра с перепускным клапаном:
1 – фильтр; 2 – перепускной клапан



б) - схема фильтра с отсечным клапаном: 1 – отсечной клапан; 2 – перепускной клапан; 3 - фильтр



в) - схема фильтра с сигнализатором засорённости: 1 – фильтр; 2 – элемент перепада давления; 3 – реле температуры; 4 – средства индикации

Рис. 8.2 Схемы фильтров

Размещение фильтров в стендовых системах (рис. 8.3):

- во всасывающих линиях насосов (фильтры грубой очистки) рис. 8.3а);
- на выходе насоса высокого давления (фильтры тонкой очистки) рис.8.3б);
- на сливе жидкости в бак рис. 8.3 в).

На рисунке обозначено: 1 – гидравлический бак; 2 – фильтр; 3 – насос; 4 – предохранительный гидроклапан.

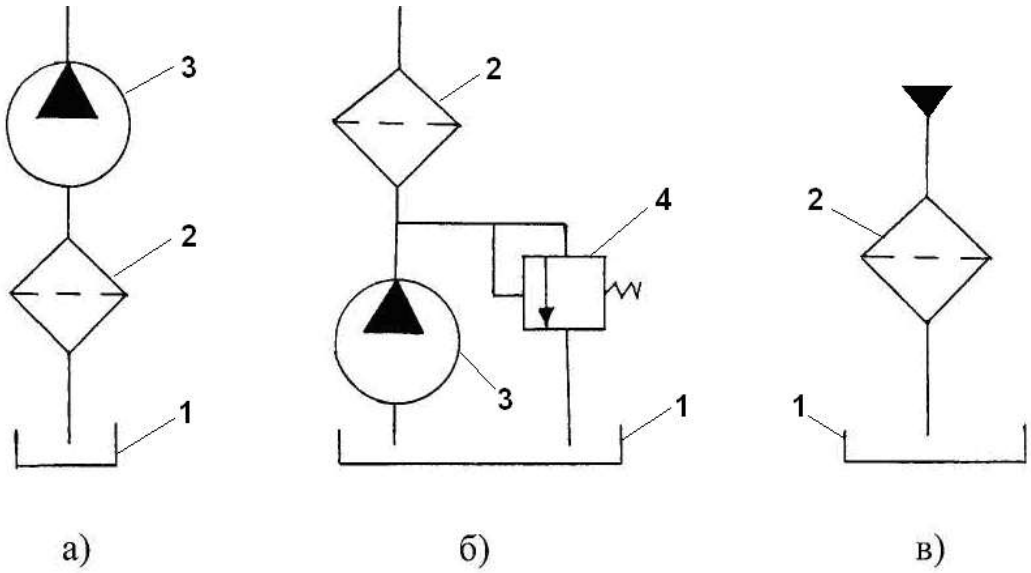


Рис. 8.3 Схемы размещения фильтров в стендовых системах:
а) – на входе в насос; б) – на выходе из насоса; в) – на сливе жидкости в бак.

На рис. 8.4 показано последовательное (а) и параллельное (б) включение фильтров грубой (поз. 1) и тонкой (поз. 2) очистки. При последовательном включении фильтров происходит поэтапная очистка жидкости: грубая очистка, тонкая очистка. За счет этого продлевается срок службы фильтров тонкой очистки. При параллельном соединении фильтров увеличивается пропускная способность фильтров и грязеёмкость системы фильтрации.

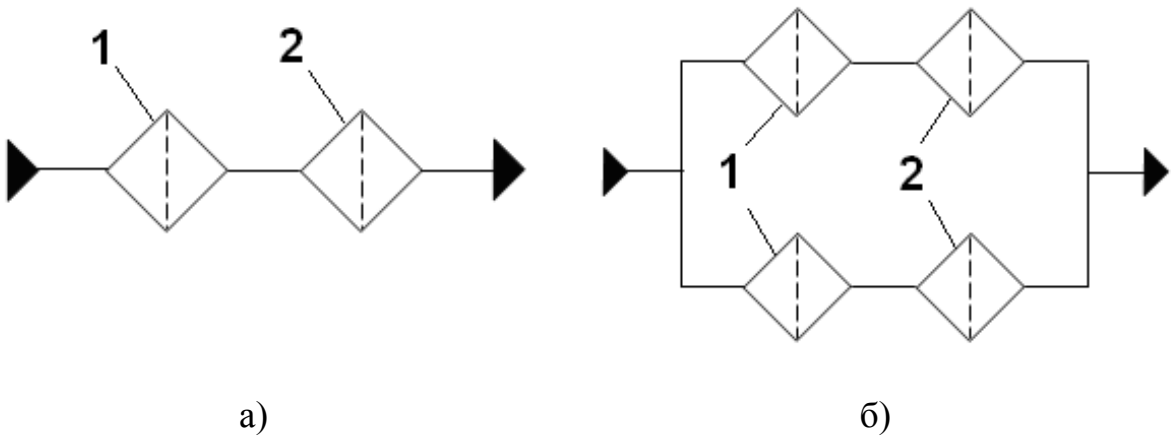


Рис. 3.4 Схемы включения фильтров:
а) – последовательное размещение фильтров;
б) – параллельное размещение фильтров.

Охладители рабочей жидкости

В процессе работы стендов рабочая жидкость нагревается, т.к. непроизводительная мощность, т.е. разность между расходуемой приводным двигателем и полезной отдаваемой мощностью превращается в тепло.

В гидросистемах небольшой мощности (до 3-5 кВт) при достаточно больших объемах баков процесс охлаждения рабочей жидкости осуществляется за счет теплового излучения и конвекции. При этом используют увеличение поверхности бака за счет оребрения, обдув вентилятором, разбрызгивание воды на охлаждаемую поверхность.

В более мощных установках, когда температура жидкости за один проход повышается на 6... 10 градусов используются специальные теплообменники. На транспортных и самоходных машинах в этих целях применяют воздушные радиаторы. В стационарных установках охлаждение жидкости осуществляют водяными радиаторами помещаемыми прямо в баки, либо в виде автономного агрегата на входе в бак.

В тех случаях, когда требуется не охлаждение, а нагрев жидкости применяют нагреватели (как правило, электрические).

Принципиальная схема БПЖ имеет вид, представленный на рис. 8.5. В состав БПЖ входят: 1, 11 – пробоотборники; 2 – теплообменник; 3, 4, 8 – фильтры; 5 - гидравлический бак; 6 – теплообменник; 7, 9 – подкачивающие насосы; 10 – основной насос; 12 – предохранительный клапан; 13 – отсечной вентиль; 14 – воздушный фильтр; 15 – воздушный редуктор; 16 – воздушный предохранительный клапан; 17 – уровнемер бака; 18, 19 – измерители давления; 20 - измеритель температуры; 21 - вентиль.

Блок подготовки жидкости функционирует следующим образом: рабочая жидкость проходит через входной пробоотборник 1, теплообменник 2 и фильтра 3 и 4 поступает в бак 5, в котором установлен для подогрева рабочей жидкости теплообменник 6. Подкачивающий насос 7 и фильтр 8, объединенные в установку для очистки жидкости типа СОГ, осуществляют очистку жидкости в гидробаке. Проходя

подкачивающий насос 9 и основной насос 10 рабочая жидкость попадает через пробоотборник 11 в выходную магистраль. Давление в выходной магистрали ограничивается при помощи предохранительного клапана 12. Воздух, создающий избыточного давления в гидравлическом баке, проходя через воздушный фильтр 14 редуцируется с помощью воздушного редуктора 15. Избыточное давление в гидравлическом баке ограничивается воздушным предохранительным клапаном 16. Уровень рабочей жидкости в баке 5 определяется по уровнемеру 17. Избыточное воздушное давление в гидравлическом баке определяется измерителем давления 18. Давление после подкачивающего насоса 9 регистрируется измерителем давления 19. Температура рабочей жидкости регистрируется измерителем температуры 20. Вентиль 13 регулирует температуру жидкости в баке. Через вентиль 21 осуществляется заправка и слив жидкости в баке.

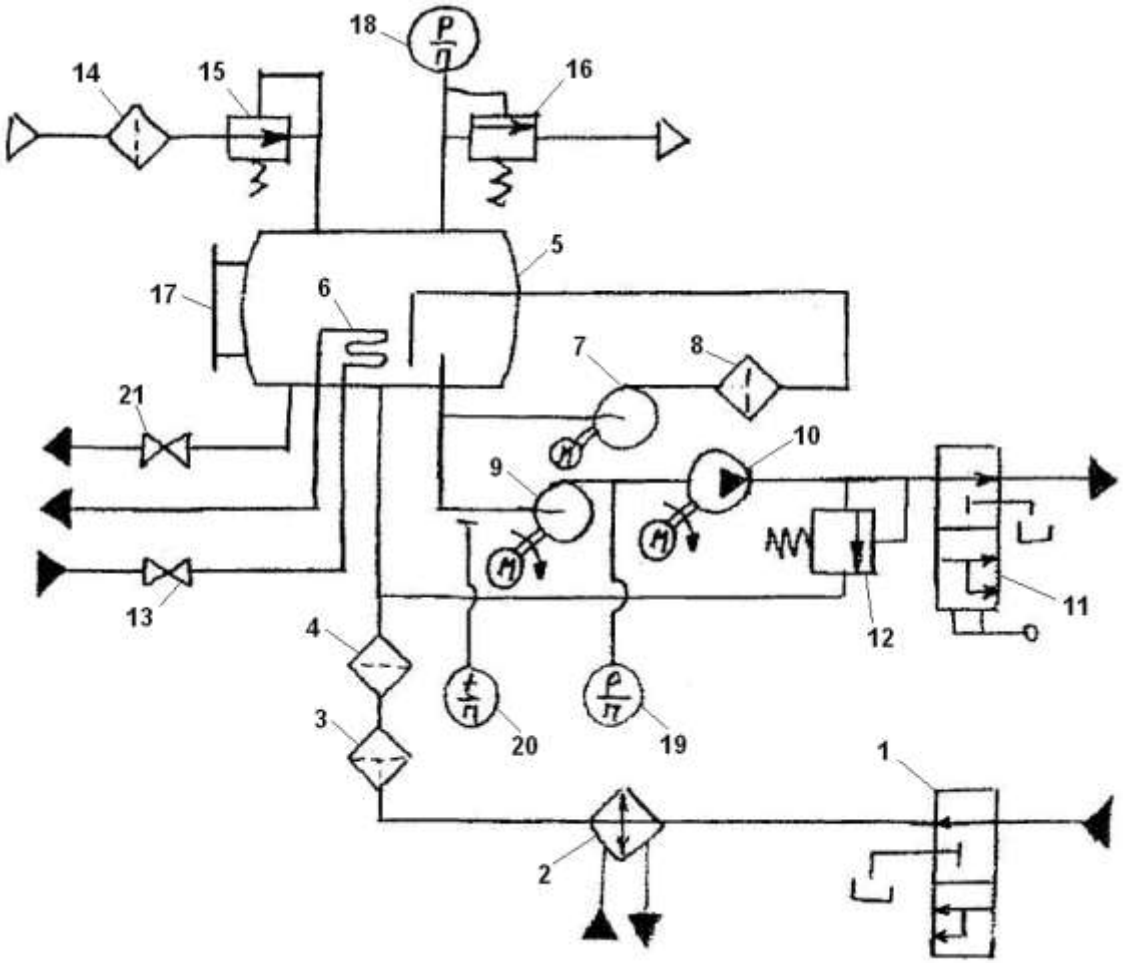


Рис. 8.5 Блок подготовки жидкости

ПРИЛОЖЕНИЕ

Стенды ОАО "ОРТЭК", г. Ковров.

Стенд для испытания гидроаппаратуры

Стенд предназначен для проверки приборов давлением до 14,5 МПа и расходом до 45 л/мин.

Стенд стационарного типа.

габаритные размеры	1300x900x1800 мм
максимальный расход	45 л/мин
давление напорной гидролинии max	14,5 МПа
напряжение питания	380 В, 50 Гц
мощность электродвигателя	7,5 кВ

Универсальный стенд для испытания гидравлических приборов.

Стенд-бокс предназначен для испытаний приборов давлением до 35 МПа, с расходом до 130 л/мин. Одновременно на стенде можно испытывать только один прибор. Гидравлическая схема стенда может меняться в зависимости от требований на прибор.

Стенд стационарного типа.

габаритные размеры	3200x1500x1600 мм
масса	3000 кг
потребляемая мощность	80 кВт
напряжение питания	380 В, 50 Гц

Стенд для периодических испытаний насосов и гидромоторов

Стенд-бокс предназначен для испытаний приборов давлением до 35 МПа, с расходом до 130 л/мин. Одновременно на стенде можно испытывать только один прибор. Гидравлическая схема стенда может меняться в зависимости от требований на прибор.

Стенд стационарного типа.

габаритные размеры	2000x1500x1000 мм
масса	800 кг
максимальное давление в напорной линии	4 МПа
максимальный расход	96 л/мин
мощность электродвигателя	11 кВт, 3000 об/мин
напряжение питания	380 В, 50 Гц

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

БПЖ – блок подготовки жидкости;

ТЗ – техническое задание;

ТУ – технические условия;

УОИ - устройство отображения информации;

КИО - контрольно-испытательное оборудование;

ОУ – органы управления;

Q – расход рабочего тела;

P – давление рабочего тела;

N – мощность устройства;

η - коэффициент полезного действия;

V_o - номинальный рабочий объем;

K_Q - коэффициент подачи;

n – частота вращения;

$\overline{\text{М}}$ - удельная масса;

$N_{ном}$ - номинальная мощность;

$Z_и$- внутренний импеданс источника колебаний;

$Z_н$- внутренний импеданс стендовой системы;

$P_и$ - амплитуда колебаний давления на выходе из источника;

$Q_д$ - утечки вследствие диффузии ;

$Д$ - коэффициент диффузии;

c - концентрация жидкости в материале уплотнения;

F - площадь уплотнения в поперечном диффузии направлении;

x - толщина материала;

K - коэффициент формы щели;

B, l, δ - ширина, длина, высота щели;

μ - коэффициент вязкости щели;

$\text{I}_\text{П}$ - коэффициент перегрузки;

K_j - коэффициент перегрузки при линейном ускорении;

a - центробежное ускорение;

g - ускорение свободного падения;

L - расстояние от оси вращения до центра тяжести изделия;

δ - номинальная тонкость фильтрования, мкм;

$P_{НОМ}$ - номинальное давление;

$Q_{НОМ}$ - номинальный расход;

d_y - условный проход.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вакулич Е.А., Жуков Д.Г., Жуковский А.Е. и др. Автоматизированные испытания насос-регулятора НР-30АР – Самара: Изд-во СГАУ, 1995. – 63с.
2. Голубев В.И. Монтаж испытания и эксплуатация гидроприводов - М: Изд-во МЭИ, 2000. - 132 с.
3. Динамические измерения и обработка экспериментальных данных при испытаниях гидросистем: учеб. пособие / М. С. Гаспаров, А. Н. Крючков, А. Б. Прокофьев [и др.] – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 128 с.
4. Зарин А.А., Логинов В.Е. Оптимизация процессов сборки, регулировки и испытания топливной аппаратуры двигателей. – М: «Машиностроение», 1989. – 80 с.
5. Никитин О.Ф., Холин К.М. Объемные гидравлические и пневматические приводы. – М.: «Машиностроение», 1981. – 269 с. Ил.
6. Санчугов В.И. Технологические основы динамических испытаний и отработки гидросистем и агрегатов: учебное пособие – Самара: СНЦ РАН, 2003. – 96 с.
7. Судаков Р.С., Тескин О.И. Надежность и эффективность в технике. Том 6. Экспериментальная отработка и испытания. – М: "Машиностроение", 1989. - 376 с.
8. ГОСТ 2.102 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов.
9. ГОСТ 2.103 ЕСКД. Стадии разработки.
10. ГОСТ 2.601 ЕСКД. Эксплуатационные документы
11. ГОСТ 8.326 ГСИ. Метрологическая аттестация средств измерений.
12. ГОСТ 9.032 ЕСЗКС. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения
13. ГОСТ 9.104 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы условий эксплуатации. Взамен ГОСТ 9.009-73

14. ГОСТ 9.402 Название. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей перед окрашиванием. Взамен. ГОСТ 9.025
15. ГОСТ 12.2.086 ССБТ. Гидроприводы объемные и системы смазочные. Общие требования безопасности к монтажу, испытаниям и эксплуатации
16. ГОСТ 12.4.026 Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные и знаки безопасности
17. ГОСТ 12.4.040 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения
18. ГОСТ 2930 Приборы измерительные. Шрифты и знаки.
19. ГОСТ 3002 Покрытия металлические и неметаллические неорганические.
20. ГОСТ 14623 ГОСТ 9.303 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору
21. ГОСТ 14658 Насосы объемные гидроприводов. Правила приемки и методы испытаний.
22. ГОСТ 15.001 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения.
23. ГОСТ 17108 Гидропривод объемный и смазочные системы. Методы измерения параметров.
24. ГОСТ 17216 Промышленная чистота. Классы чистоты жидкостей
25. ГОСТ 18353 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов.
26. ГОСТ 18464 Гидроприводы объемные. Гидроцилиндры. Правила приемки и методы испытаний.
27. ГОСТ 20245 Гидроаппаратура. Правила приемки и методы испытаний.
28. ГОСТ 20719 Гидромоторы. Правила приемки и методы испытаний.