

Министерство науки, высшего образования
и технической политики РСФСР

Самарский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С.П.Королева

ИЗМЕРЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

Методические указания
к лабораторной работе

Составители: К.А.И а л а д о в, Н.П.Н о в и к о в
Б.А.П о с т я н и к о в, М.Д.Ш л я х о в

УДК 629.7.064.3

Измерение рабочих характеристик предохранительного клапана: Метод. указания к лаборатор. работе /Самар. авиацион.-т; Сост. К.А.Иаладов, Н.П.Новиков, Б.А.Постников, М.Д.Шляхов. Самара, 1992. 16 с.

Приведены основы теории расчета, варианты конструктивного оформления предохранительных клапанов. Даны описание гидравлического стенда, на котором проводится измерение характеристик ПК, и порядок проведения лабораторной работы, являющейся составной частью курса "Системы оборудования самолета".

Предназначены для студентов дневного и вечернего отделений. Составлены на кафедре ИИДА.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С.А.Доролева

Рецензент канд. техн. наук А.Г.Д р о х о р о в

Ц е л ь р а б о т ы: получение студентами практических навыков в работе с элементами гидросистем летательных аппаратов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КЛАПАНАХ

1.1. Назначение

Предохранительные клапаны (ПК) предназначены для ограничения максимального давления в гидравлической системе, т.е. для предохранения системы от недопустимо высоких давлений, которые могут по той или иной причине возникнуть в процессе ее работы.

Подобные клапаны, получившие название переливных, применяются также и для поддержания в гидросистеме рабочего давления в требуемых пределах, причем в отличие от предохранительных клапанов, работающих эпизодически, переливные действуют постоянно.

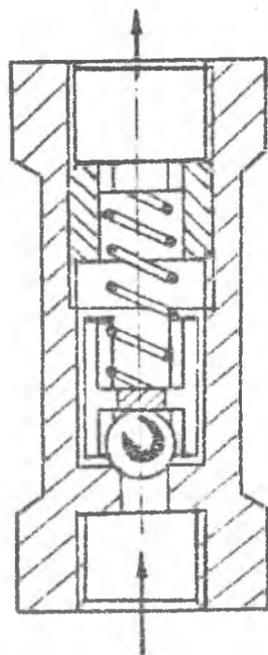
Принцип действия ПК основан на уравнивании давления жидкости, действующего на клапаны, усилием пружины или соответствующим устройством (противовесом или противодавлением).

1.2. Типовые конструктивные схемы ПК

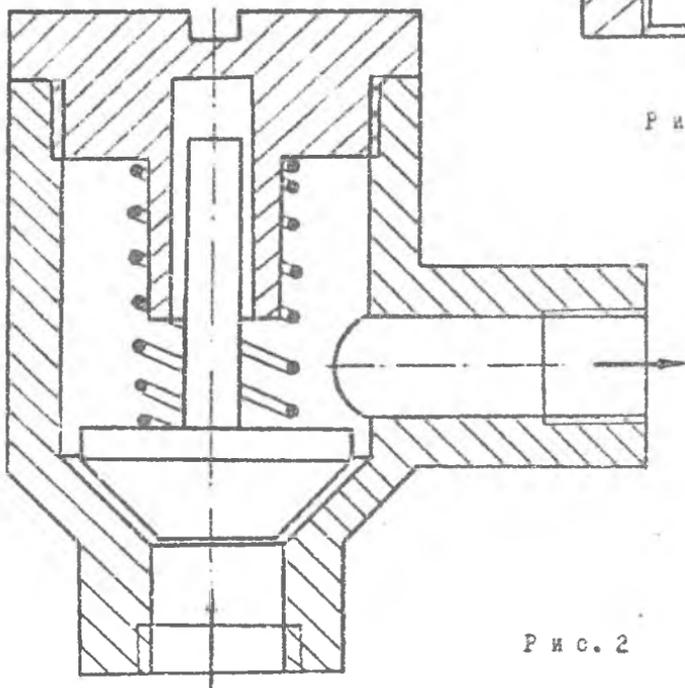
Наиболее простым из ПК является шариковый (рис.1). Его пружина может быть как с постоянной, так и с регулируемой затяжкой. Этот тип клапана отличается простотой конструкции и изготовления, однако применим лишь в случаях эпизодических действий, так как при длительной работе вследствие вибрации шарик разбивает посадочное гнездо.

На рис. 2 представлена схема ПК с конусным седлом. Такой клапан имеет меньший износ по сравнению с шариковым ввиду большей площади контакта гнезда и клапана. Для обеспечения соосности гнезда и клапана, что улучшает условие работы ПК, в его конструкции предусматривается направляющее устройство (см.рис.1,2), которое во втором случае выполняет также роль демпфера.

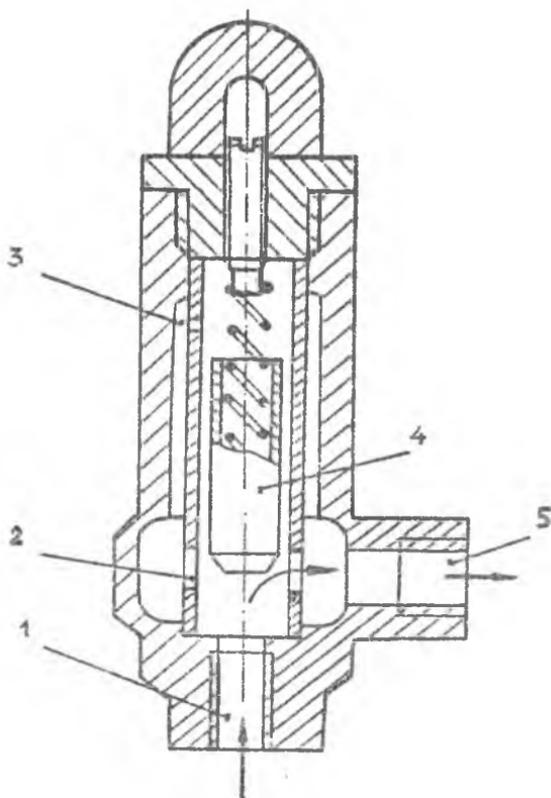
Для работ в качестве переливных клапанов рекомендуются клапаны плунжерного типа (рис.3). Величина перекрытия плунжером окна, через которое рабочая жидкость перетекает в бак, должна быть несколько больше величины амплитуды возможных колебаний плунжера. В частности, в клапине, схема которого изображена на рис. 3, для открытия и соединения рабочей полости I со сливной полостью 5 плунжер 4 клапана должен подняться выше кромок отверстий 2 сливной полости. При этом он отрывается от седла, следовательно, при вибрациях не будет его касаться.



Р и с. 1



Р и с. 2



Р и с. 3

Демпфирование осуществляется с помощью канала 3, через который поступает жидкость в верхнюю полость клапана при перемещении плунжера 4.

Расчет ПК сводится к определению проходной площади щели клапана для пропускания требуемого количества жидкости при заданном перепаде давления ΔP . Формула для расчета этой площади имеет вид

$$f = \frac{Q}{\mu \sqrt{\Delta P}}, \quad (1)$$

где f - площадь щели клапана;

Q - расход жидкости;

$\mu = 0,62$ - коэффициент расхода;
 ΔP - перепад давления в клапане.

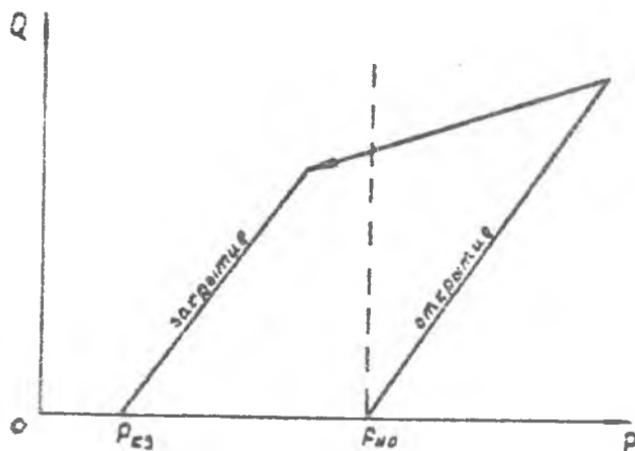
Давление P_{Ho} в начале открытия ПК определяется из выражения

$$P_{Ho} = \frac{P_{np}}{f_{кл}}, \quad (2)$$

где P_{np} - усилие сжатия пружины;

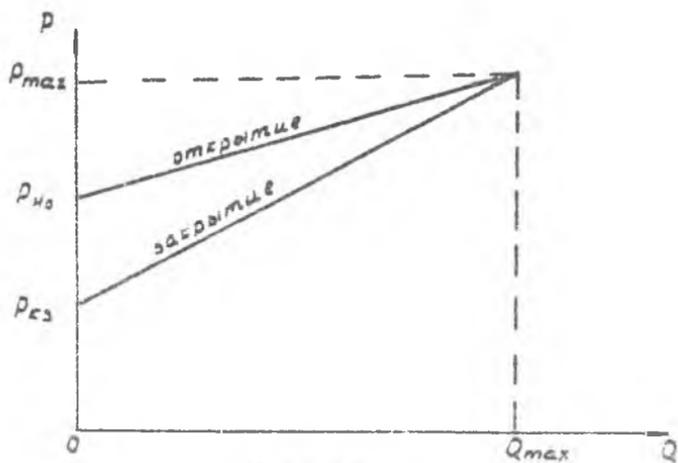
$f_{кл} = \frac{\pi d^2}{4}$ - проекция поверхности клапана, омываемой жидкостью под давлением (см. рис. 6).

Важными характеристиками ПК является стабильность поддерживаемого им давления при различных расходах жидкости через клапан и минимальный гистерезис в переходных режимах. Причинами, приводящими к нарушению стабильности давления и появлению гистерезиса, в основном являются трение деталей клапана к валичке пружины, а также неустойчивость действующих на клапан сил давления жидкости. С очевидием, чем жестче пружина и чем выше трение, тем больше будет неустойчивость давления. Типовая характеристика клапана по расходу и давлению представлена на рис. 4.



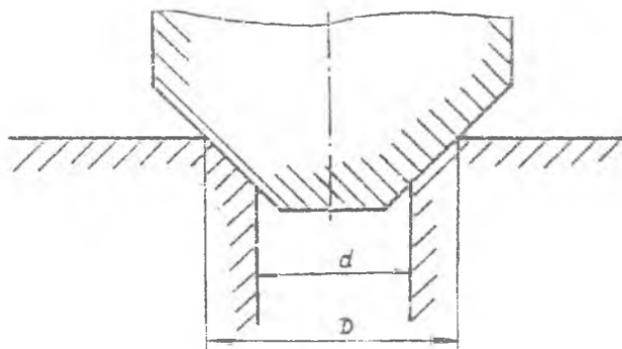
Р и с. 4

Реальная характеристика предохранительного клапана изображена на рис. 5.



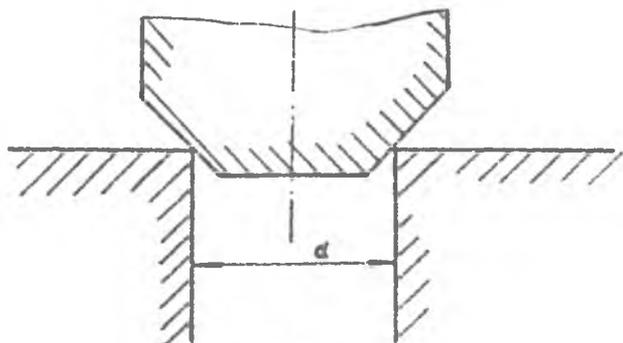
Р и с. 5

Разность в давлениях ($p_{но} - p_{кз}$), т.е. между давлением в начале открытия ПК и давлением в конце его закрытия, характерна для ПК с коническим седлом (рис.6) и обусловлена механическим трением



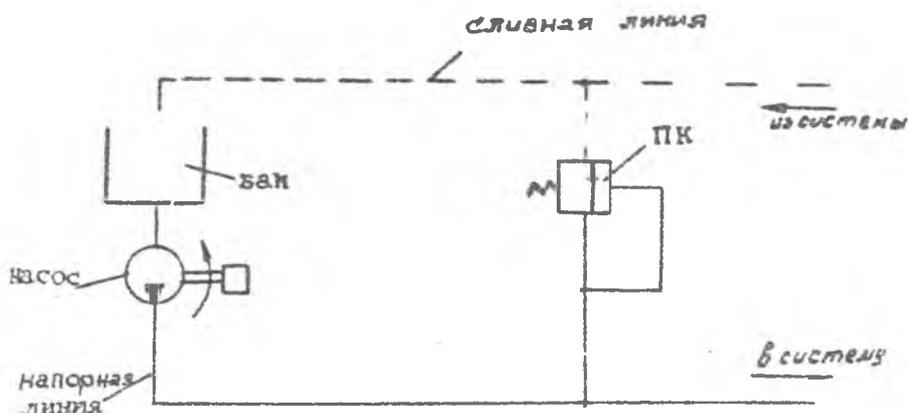
Р и с. 6

в клапане. Кроме того, эта разность может возникнуть в результате нестабильности сил давления, действующих на клапан в процессе работы. Следует отметить, что разность между $P_{\text{но}}$ и $P_{\text{кз}}$ должна исчезнуть при конструктивном оформлении опорной поверхности клапана в виде острой кромки (рис. 7).



Р и с. 7

Схема включения ПК в гидросистему представлена на рис. 8.



Р и с. 8

2. ОПИСАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СТЕНДА И СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ КЛАПАНОВ

Предлагаемая лабораторная работа осуществляется на гидравлическом стенде, принципиальная схема которого представлена на рис.9.

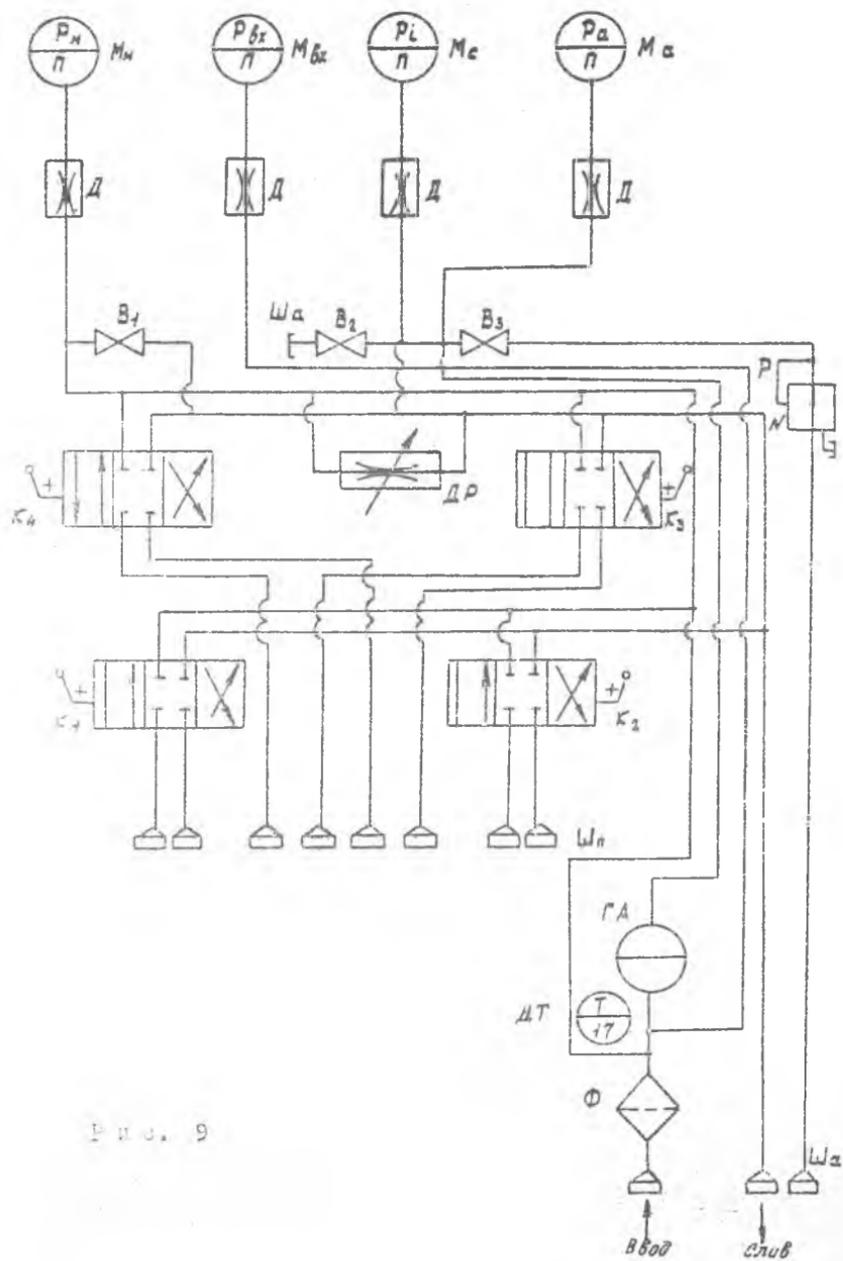
Источником давления для гидростенда является насос $Ni-26$ производительностью $Q=20 \text{ л/мин}$ и максимальным давлением $P=21,0 \text{ МПа}$. Рабочая жидкость АМГ-10 заряжает гидроаккумулятор (ГА) и поступает к регулируемому дросселю (ДР), с помощью которого в гидросистеме устанавливается необходимое для работы давление. Давление контролируется по манометрам $M_{вх}$ на входе, $M_{н}$ - за ДР и $M_{с}$ - на сливе.

Установленные на входе в каждый манометр дроссели Д (см.рис.9, Ю) играют роль демпфирующих устройств, предохраняющих конструкцию манометров от пульсации давления в гидросистеме стенде.

Для очистки рабочей жидкости в гидросистеме установлен фильтр ЗД2586-2 (Ф), в металлическом стакане которого находится фильтрующий элемент. Посторонние частицы задерживаются в фильтре на поверхности металлической сетки. Датчик температуры (ДТ) жидкости работает в диапазоне $-50 + +150^{\circ}\text{C}$. Пройдя через ДР, жидкость поступает к четырем 4-ходовым трехпозиционным кранам (K_1, K_2, K_3, K_4). При отсутствии расхода жидкости через эти краны показания манометров $M_{вх}$ и $M_{н}$ одинаковы. Испытуемые агрегаты подключаются к штуцерам потребления Π .

Зарядка гидроаккумулятора азотом осуществляется по отдельной линии через штуцер азотный Π_a и редуктор Р. Давление зарядки контролируется по азотному манометру M_a . Вентили V_1, V_2, V_3 (см.рис.9) предназначены для стравливания давления из гидросистемы (V_1), зарядки и разрядки азотной магистрали гидроаккумулятора (V_2 и V_3). Для полной разрядки ГА необходимо при закрытом вентиле V_3 открыть вентиль V_2 . При этом давление в гидросистеме должно быть стравлено открытием вентиля V_1 .

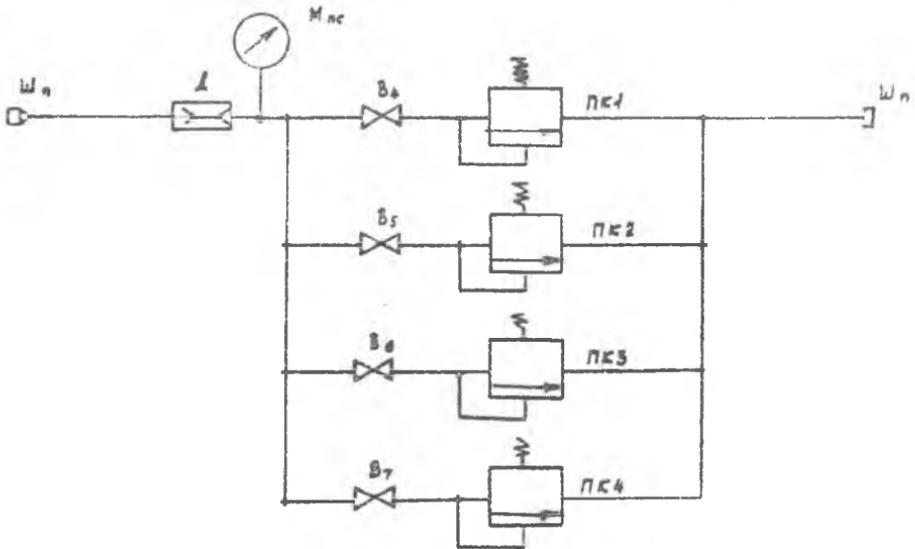
Для выполнения данной работы необходимо смонтировать панель гидроагрегатов, гидравлическая схема которой приведена на рис. 10. На панели установлены четыре предохранительных клапана ПК I-ПК 4, настроенных на определенные давления срабатывания (табл.1). Напорная и сливная линии панели ПК подключены к соответствующим штуцерам Π крана K_1 (см.рис.9). Включение в работу панели ПК осуществляется поворотом ручки крана K_1 . При этом вентиль дросселя ДР должен быть



Р и с. 9

Т а б л и ц а I

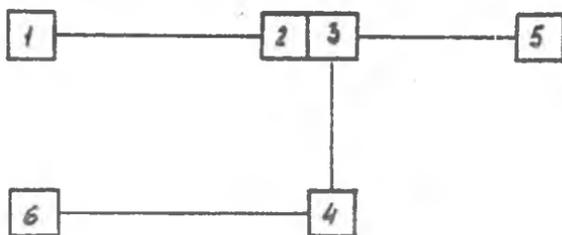
Показатели	Номер подгруппы			
	I	II	III	IV
$P_{пр}, Н$				
$d, см$				
$P_{настр}, МПа$	100	125	150	175



Р и с. 10

полностью открыт. В дальнейшем при плавном его закрытии производится включение в работу одного из ПК, клапан перед входом в который находится в открытом положении (B_4-B_7 , рис. 10). При этом 3 остальных клапана должны быть закрыты. Срабатывание ПК фиксируется в момент падения давления за дросселем $Д$ (рис. 10) по показанию сливного манометра $М_{пс}$.

Электрическая схема гидростенда представлена на рис. 11. Она состоит из двух линий: силовой (З80Е) и управляющей (З0В).



Р и с. II

Силовая линия включает в себя:
 электроцит СПУ-62 (1),
 автомат защиты сети АЗС АЗ1201-4 (2),
 контактор ТКС 103 ДОДБ (3),
 электродвигатель асинхронный (5).

Управляющая линия включает в себя:
 выпрямитель КО 1651 (6),
 пульт управления (4),
 катушку электромагнита включения контактора ТКС 103 ДОДБ.

Управление электродвигателем осуществляется следующим образом.
 Включить:

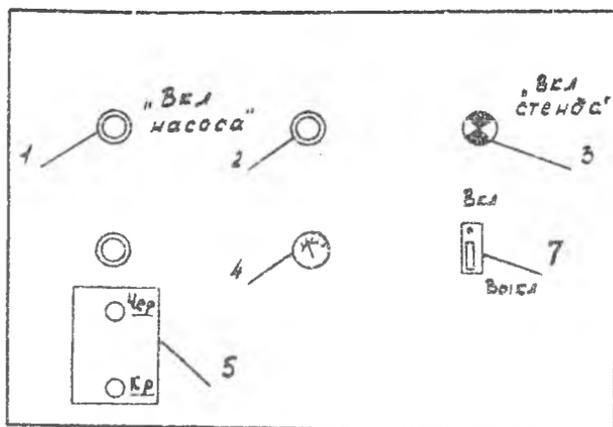
электроцит СПУ-62 (1),
 выпрямитель КО 1651 (6),
 АЗС А З120 (2).

На пульте управления, общий вид которого представлен на рис.12, включить:

переключатель 7 (загорится фиолетовая лампочка 3),
 черную кнопку пакетного контактора ПКЕ-112 (5). Загорается зеленая лампочка 1 на пульте управления и красная лампочка на корпусе АЗС-ТКС. Система нагнетания давления вступит в работу.

Температура рабочей жидкости контролируется по термометру 4. При температуре более $+100^{\circ}\text{C}$ загорится красная лампочка 2 на пульте управления.

Выключение системы нагнетания осуществляется красной кнопкой ПКЕ-112 (5) по окончании работы и при загорании лампы 2 (при температуре АМР-10 более 100°C).



Р и с. 12

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ

Учебная группа разбивается на четыре подгруппы, каждая из которых работает с индивидуальным предохранительным клапаном, т.е. настроенным на определенное усилие пружины (см. табл.1). В подгруппе между студентами обязанности распределяются следующим образом: одна половина подгруппы следит за показаниями манометров $M_n(P_1)$, $M_{вх}$ и M_a и заносит их в таблицу (табл.2); вторая - за показаниями манометра $M_{пс}(P_2)$ и датчика температуры ДТ. По окончании работы студенты обмениваются полученными результатами замеров.

Т а б л и ц а 2

№ точки	Показания манометров, МПа					Показания датчика температуры, °С
	$M_n(P_1)$	$M_{пс}(P_2)$	$M_{вх}$	M_c	M_a	
1						
2						
3						
⋮						
⋮						

Работа рассчитана на 2 часа. Первый аудиторный час отводится на изучение методики и проведение работы, второй час - на оформление отчета, подготовку ответов на контрольные вопросы и сдачу зачета по лабораторной работе преподавателю.

Порядок проведения испытания

1. Открыть полностью вентиль ДР (см.рис.9). Зафиксировать показания манометров M_H и M_{Σ} . Вентиль V_1 должен быть закрыт.

2. Включить электропитание стенда (переключатель 7) и насоса (включатель АЭС). При этом на пульте управления загорается фиолетовая лампочка "Вкл.стенда".

3. Подключить панель ПК, повернув ручку крана K_1 вправо.

4. Включить насос, нажав черную кнопку пакетного контактора 5. При этом на пульте управления загорается зеленая лампочка "Вкл. насоса" и на корпусе АЭС-ТКМ - красная лампочка. О начале работы насоса свидетельствует появление характерного шума. Давление контролируется по показаниям манометра M_H .

5. Закрыть вентили V_5, V_6, V_7 , открыть вентиль V_4 (для работы с ПК I). Для работы с другими ПК производить открытие и закрытие соответствующих вентилях (рис.10), обеспечивая подачу давления рабочей жидкости только к этому ПК.

6. Плавно закрывая вентиль регулируемого дросселя ДР и следя за показанием манометра M_H , увеличивать давление на входе в ПК I. Зафиксировать давление начала открытия ПК (P_{HO}), соответствующее моменту понижения давления за дросселем, по показаниям манометра M_{Σ} .

7. Продолжая увеличивать давление P_1 на входе в ПК, зафиксировать одновременно в трех точках показания манометров $M_H(P_1)$ и $M_{\Sigma}(P_2)$ и указателя датчика температуры ДТ (см.рис.12).

8. Определить по показаниям манометра M_{Σ} точку, соответствующую окончанию процесса открытия ПК ($P_{\Sigma O}$). Эта точка соответствует моменту стабилизации давления за дросселем.

9. Плавно снижая вентилем ДР давление на входе в ПК (открывая вентил. ДР), зафиксировать одновременно в трех точках показания $M_H(P_1)$ и $M_{\Sigma}(P_2)$ и датчика температуры ДТ.

10. При дальнейшем снижении давления на входе в ПК снять показания обоих манометров M_H и M_{Σ} в момент окончательного закрытия ПК (определяется по выравниванию показаний манометров).

11. Повторить операции пп. 5 - 10 для трех остальных ПК (работают последовательно 2-, 3- и 4-я подгруппы). Вентилем V_1 снизить давление в гидросхеме до нуля.

12. Выключить стенд.

13. Результаты измерений занести в табл. 2.

14. Построить графические зависимости: а) $\Delta p = f(p_1)$,

где $\Delta p = p_1 - p_2$; б) $Q = f(p_1)$.

При этом расход рабочей жидкости рассчитывается по формуле

$$Q = \mu f \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}},$$

где μ - коэффициент расхода (принять равным 0,6); $f = \frac{\pi d^2 \Delta p}{4}$ - площадь проходного сечения дросселя d (см. рис. 10), Δp задается преподавателем; $\Delta p = p_1 - p_2$ (см. табл. 2); $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$ - плотность рабочей жидкости.

15. По формуле (2) рассчитать давление открытия ПК и сравнить его с давлением $P_{НО}$, полученным экспериментально.

Оформление отчета

Каждая подгруппа составляет письменный отчет по лабораторной работе, который должен содержать:

1. Название лабораторной работы, ф.и.о. студентов.
2. Принципиально схему стенда.
3. Краткое описание работы стенда.
4. Результаты измерений (таблица, график).
5. Выводы с обоснованием причин появления гистерезиса в работе ПК.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и принцип действия предохранительных клапанов (ПК).
2. Типы ПК, их конструктивные схемы.
3. Причины появления гистерезиса в работе ПК.
4. Типовая характеристика ПК.
5. Расчет ПК.
6. Устройство и работа гидравлического стенда.
7. Назначение и принцип действия основных элементов гидравлической системы стенда.

Библиографический список

1. Башта Т.М. Гидропривод и гидроавтоматика. М.: Машиностроение, 1972.
2. Системы оборудования летательных аппаратов /М.Г.Акопов, В.И.Бекасов, А.С.Евсеев и др. М.: Машиностроение, 1986.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения о клапанах.....	3
2. Описание гидравлического стенда и схемы включения предохранительных клапанов...	9
3. Порядок проведения работы.....	13
4. Контрольные вопросы.....	15
Библиографический список	16

ИЗМЕРЕНИЕ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

Составители: **Нападов Константин Александрович**
Новиков Николай Петрович
Постников Владимир Алексеевич
Шляхов Михаил Леонидович

Редактор **Н. Д. Чайникова**
Техн. редактор **Г. А. Усачева**
Корректор **Н. С. Куприянова**

Подписано в печать 16.03.92 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага оберточная белая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,93. Усл. кр.-отт. 1,05. Уч.-изд. л. 0,91,
Тираж 100 экз. Заказ 80. Бесплатно.

Самарский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Участок оперативной полиграфии Самарского
авиационного института, 443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.