

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ГЕРМЕТИЧНОСТИ
ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ САМОЛЕТА
ЯК-42

Методические указания к практической работе

САМАРА 2003

Пособие составлено в соответствии с учебной программой курса "Техническая эксплуатация ЛА и двигателей", читаемого студентам 5 курса специальности 1303 дневной формы обучения.

Освещаются вопросы, связанные с диагностированием внутренней герметичности самолета, дается краткая характеристика системы и дефектов, приводящих к нарушению герметичности агрегатов, рассматривается методика проверки внутренней герметичности системы и агрегатов.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры технической эксплуатации ЛА и двигателей 9 января 1992 года.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является углубление и закрепление знаний студентов по разделам курса “Техническая эксплуатация ЛА и двигателей”, посвященных вопросам диагностирования авиационной техники, приобретению навыков проведения проверок внутренней герметичности гидросистем и их агрегатов.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Ознакомление с устройством, работой и методами проверки внутренней герметичности гидросистемы и ее агрегатов.
2. Проверка работоспособности (внутренней герметичности) гидросистемы и поиск отказавших агрегатов на самолете.
3. Составление отчета о проделанной работе.

3. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГИДРОСИСТЕМЕ И МЕТОДАХ ЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Гидросистема является одной из важнейших функциональных систем самолета, осуществляющей уборку и выпуск шасси; торможение колес; поворот колес передней ноги шасси; выпуск и уборку закрылков; перестановку стабилизатора и ряд других функций. Гидросистема выполнена как две автономные системы: основная и аварийная (рис.1). Наличие двух независимых гидросистем с автономным источником давления обеспечивает высокую “живучесть” самолета в полете при возникновении разнообразных отказов и неисправностей.

Рабочей жидкостью гидросистем служит минеральное масло АМГ-10 на нефтяной основе с добавлением загустителя и красителя, которые придают ей необходимые физико-химические свойства. Рабочее давление в системах 15 МПа ($150_{-5}^{+10} \text{ кг/см}^2$) поддерживаемое постоянным на всех этапах полета. Источником давления в основной системе служат два гидронасоса НП-72МВ, установленные на левом и среднем двигателе самолета. Источниками давления в аварийной системе служат две насосные станции НС-46-3 (резервная) и НС-55 (аварийная) с электроприводом переменного и постоянного тока.

С целью повышения эффективности работы систем в них установлены три гидроаккумулятора (в основной системе, в системах основного и аварийного торможения).

Функциональная схема гидросистемы (упрощена)

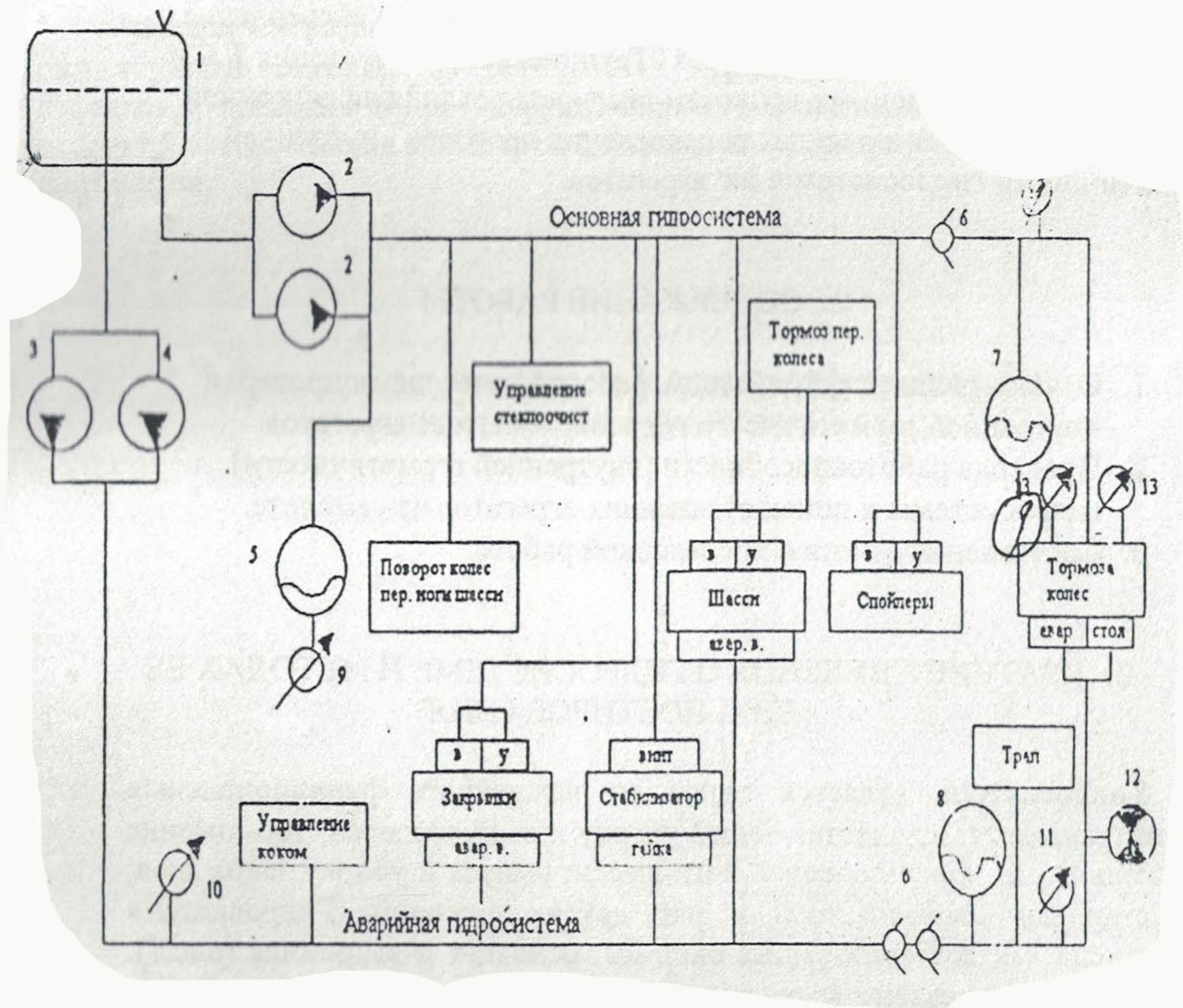


Рис.1.

гидробак; 2-гидронасос НП-72НВ; 3-резервная насосная станция НС-46; 4- аварийная насосная станция НС-55; 5- гидроаккумулятор основной системы; 6- обратный клапан; 7- гидроаккумулятор основной тормозной системы; 8- гидроаккумулятор аварийной тормозной системы; 9 - манометр "Гидросистема осн"; 10- манометр "Гидросистема авар."; 11-манометр "Гидроаккумулятор тормозов"; 12- сигнализатор "Зарядн. авар. торм. "; 13- манометр "Тормозн. сист. – основн."

Запас рабочей жидкости размещается в гидробаке, который разделен на два отсека, представляющих собой баки основной и аварийной систем.

Для обеспечения удобства работы по обслуживанию системы в ее конструкции широко используются панелирование агрегатов. Агрегаты сети источников давления обеих гидросистем размещены в заднем отсеке оборудования, расположенном в нише трапа. Панель агрегатов основной системы установлена по левому, а панель агрегатов аварийной системы — по правому борту фюзеляжа. Там же размещаются резервная и аварийная насосные станции, а также гидробак. На панели агрегатов основной системы установлены: фильтры тонкой очистки нагнетающей и сливной магистралей, предохранительный клапан, кран стравливания, обратные клапаны, гидроаккумулятор и датчик давления.

На панели агрегатов аварийной системы установлены: предохранительный клапан, фильтры тонкой очистки, обратные клапаны, клапан переключения аварийной системы на питание агрегатов основной системы и датчик давления. Остальные агрегаты гидросистемы установлены в непосредственной близости от исполнительных органов самолета, которыми они управляют.

Более 20% отказов гидросистемы так или иначе связаны с нарушением внутренней герметичности. Данная неисправность системы проявляется в ускоренном снижении давления в гидроаккумуляторах при отключении насосов. Причиной неисправности обычно является перетекание масла из магистралей высокого давления на слив через зазоры в золотниковых парах агрегатов и обратные клапаны. При этом за счет дросселирования потока жидкости происходит повышение ее температуры и, как следствие, снижение вязкости. Это, в свою очередь, приводит к увеличению внутренних утечек у агрегатов, возникновению задиров и заклиниваний подвижных элементов (золотников, плунжеров и т.д.). Кроме того, при больших утечках резко возрастают кавитационные явления в жидкости, которые приводят к ускоренному износу деталей, омываемых маслом.

Другой причиной ускоренного снижения давления в гидросистеме является пониженное начальное давление азота в гидроаккумуляторе. При этом уменьшается его потенциальная энергия, т.е. количество масла, вытесняемого на гидроаккумулятор в систему при снижении давления.

Наглядное представление о влиянии внутренней негерметичности агрегатов и начального давления азота на скорость снижения давления в системе дает зависимость, представленная на рис.2. При нормальном давлении азота $P_{аз}$ и малых утечках газа в агрегатах скорость снижения давления в системе (кривая 1) минимальна. При пониженном давлении азота и повышенных утечках (кривые 2,3,4) скорость падения давления существенно повышается.

В общем случае снижения давления в гидросистеме во времени подчиняется зависимости:

$$P(t) = P_0 \cdot e^{-\alpha \cdot t}, \quad (1)$$

где $P(t)$ - давление в системе к моменту времени t , МПа;

P_0 - начальное давление в системе, МПа;

α - показатель снижения давления.

Значения показателя α_i на интервале наблюдений Δt_i рассчитывается по формуле:

$$\alpha_i = \frac{\Delta P(\Delta t_i)}{P(t) \cdot \Delta t} \quad (2)$$

где $\Delta P(\Delta t_i)$ - снижение давления в системе на интервале наблюдений Δt_i , МПа.

Теоретическая зависимость (1) характеризуется постоянным значением показателя снижения давления ($\alpha = const$) на всех интервалах наблюдения. Однако, на практике, в силу влияния ряда случайных факторов, наблюдается некоторый разброс его значений. В силу этого при проведении расчетов используется среднее значение показателя для всех интервалов, которые рассчитываются по формуле:

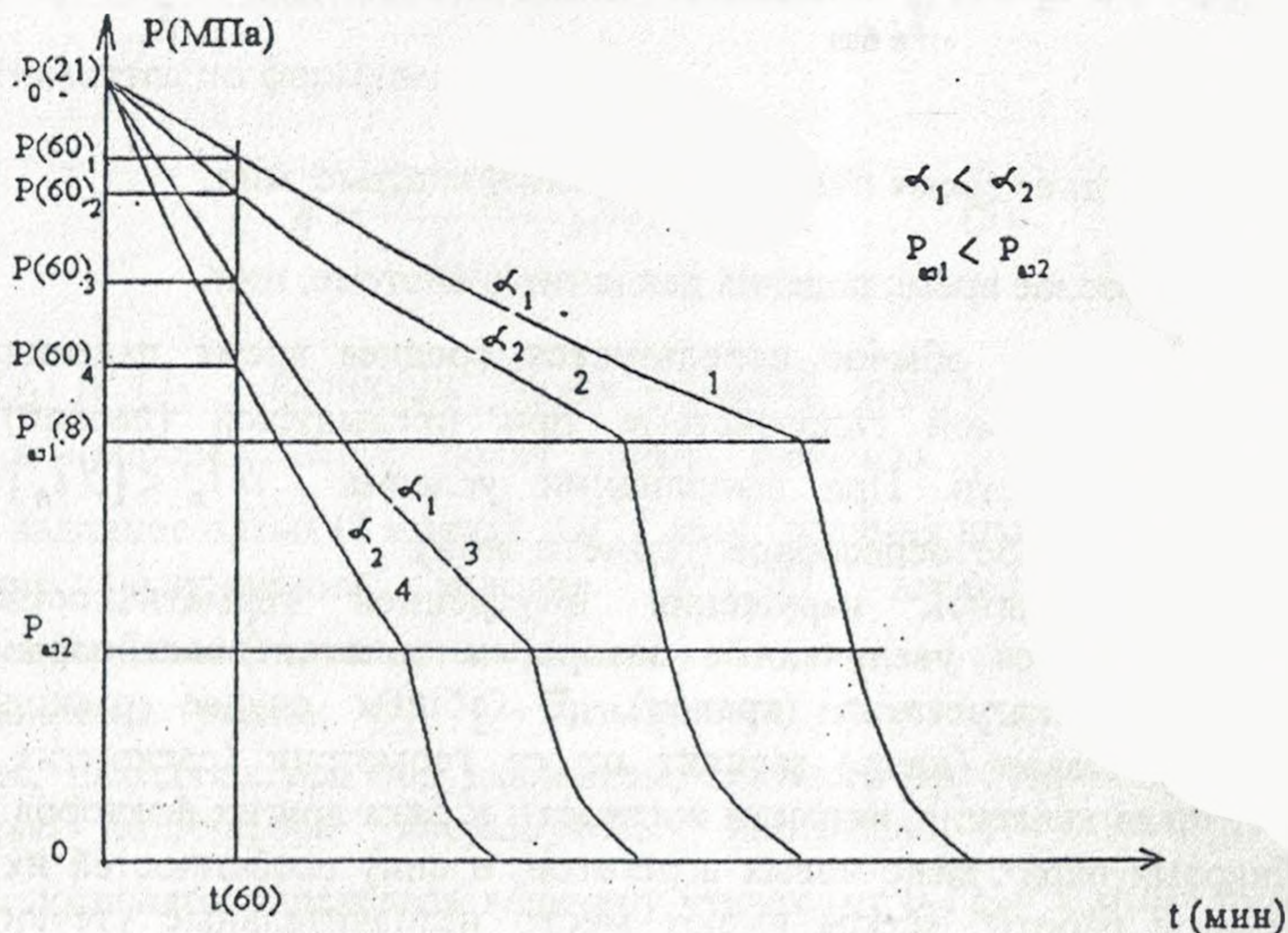
$$\alpha = \alpha_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i}{n}, \quad (3)$$

где n - число интервалов наблюдения.

Критерием работоспособности (герметичности) гидросистемы (при нормальном начальном давлении азота в гидроаккумуляторе) служит давление $P(60)$, которое сохраняется в системе спустя 60 минут после отключения насоса. Величина $P(60)$ определяется непосредственно по приборам контроля системы (манометрам) или путем расчета по формуле (1). Система признается работоспособной (герметичной), если выполняется условие $P(60) > [P(60)]$. Величина $[P(60)]$ при этом определяет минимально допустимое остаточное давление в системе спустя 60 минут после отключения насоса.

При проверке работоспособности (герметичности) систем удобно использовать относительный показатель среднего времени падения давления $\delta \bar{t}_n$, который рассчитывается по формуле:

Падение давления в гидросистеме (P) во времени (t) в зависимости от герметичности (α) и начального давления азота ($P_{аз}$)



- 1 – малые утечки (α_1) и нормальное давление азота ($P_{аз1}$);
- 2 – большие утечки (α_2) и нормальное давление азота ($P_{аз1}$);
- 3 – малые утечки (α_1) и пониженное давление азота ($P_{аз2}$);
- 4 – большие утечки (α_2) и пониженное давление азота ($P_{аз2}$).

Рис.2

Изменение величины утечек гидромасла (Q) во времени (t) от величины зазора (h)

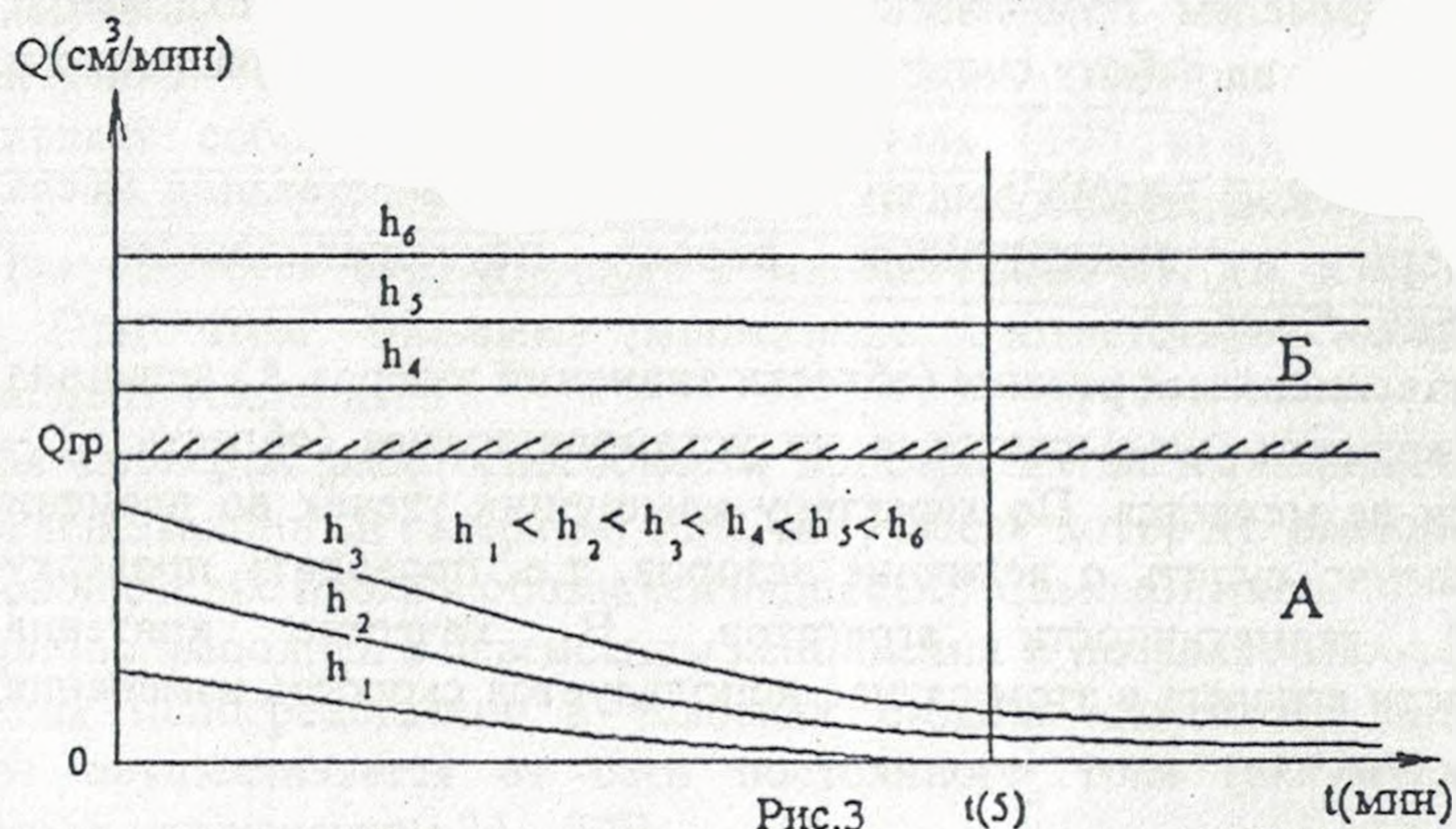


Рис.3

$$\delta \bar{t}_n = \frac{\bar{t}_n - \bar{t}_{n \text{ баз}}}{\bar{t}_{n \text{ баз}}}, \quad (4)$$

где $\bar{t}_n = \frac{1}{\alpha}$ - среднее время падения давления в системе, мин;

$\bar{t}_{n \text{ баз}}$ - базовое время падения давления в системе, мин.

В качестве $\bar{t}_{n \text{ баз}}$ обычно используется среднее время падения давления в исследуемой гидросистеме при предыдущей (первой) проверке герметичности. При выполнении условия $\delta \bar{t}_n < [\delta \bar{t}_n]$ система признается работоспособной (герметичной).

Основной причиной нарушения внутренней герметичности гидросистем являются увеличенные зазоры в золотниковых парах распределительных агрегатов (кранов). В общем случае расход жидкости через зазор (щель) зависит от ее геометрии (раскрытия, длины), перепада давления, вязкости жидкости и ряда других факторов. В золотниковых парах даже новых агрегатов, в силу особенностей их конструкции и работы, всегда имеют место незначительные утечки масла Q ($0,1 \dots 10 \text{ см}^3 / \text{мин}$), которые практически не влияют на работу гидросистемы. В процессе эксплуатации, в силу естественного износа сопряженных деталей, происходит постепенное увеличение зазоров и, как следствие, величины утечек. Экспериментально установлено, что при зазорах до 20 мкм имеют место допустимые утечки масла, которые в течении $1 \dots 5$ минут после подачи давления (срабатывания агрегата) существенно уменьшаются, вплоть до их полного исчезновения. Это явление объясняется засорением (заращиванием) канала щели частицами загрязнений, находящихся в масле, а также отложениями на стенках канала поляризованных молекул углеводородов. В то же время, при зазорах более 30 мкм обычно имеют место недопустимые утечки, которые со временем практически не изменяются. Они оказывают заметное влияние на работу системы и поэтому подлежат выявлению и устранению.

Таким образом, можно выделить два режима перетекания масла через зазоры в золотниковых парах: неустановившийся и установившийся (рис. 3).

На установившемся режиме (области значений зазоров А) величина утечек во времени уменьшается, а на установившемся (область Б) — практически не меняется. По характеру изменения утечек во времени можно косвенно судить о величине зазоров, т.е. проводить проверку внутренней герметичности агрегатов. В качестве критерия герметичности агрегата в этом случае используется скорость изменения

утечек $q = \frac{dQ}{dt}$ или относительное изменение утечек $\bar{q}$, которое рассчитывается по формуле:

$$\bar{q} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \cdot 100\% \quad (5)$$

где Q_1 и Q_2 - величины утечек (уровней акустической эмиссии) агрегата непосредственно после подачи давления (срабатывания) и спустя заданное время (5 минут), $\text{см}^3 / \text{мин}$ (деления шкалы ИКУ-1).

При выполнении условия $\bar{q} > [\bar{q}]$ агрегат признается работоспособным (герметичным).

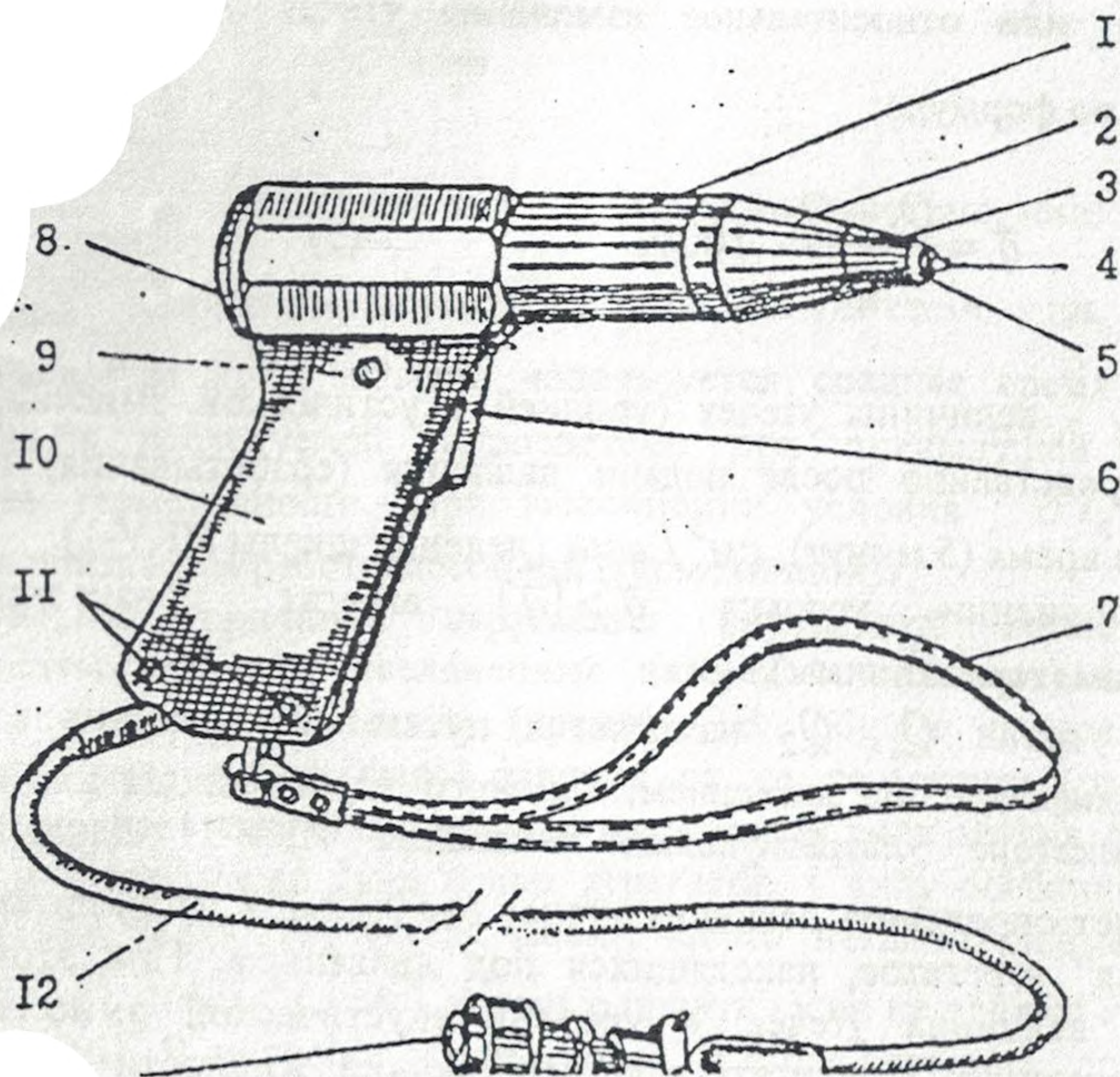
Величина утечки Q_1 , Q_2 измеряется путем отсоединения от агрегата, находящегося под давлением, сливного трубопровода или с помощью индикатора ультразвуковых колебаний ИКУ-1. Данный прибор позволяет определить величину утечек (от $0,1 \text{ см}^3 / \text{мин}$) путем "прослушивания" агрегатов, находящихся под давлением. При этом измеряется не величина утечек, а уровень акустической эмиссии (шумов), возникающих в агрегате при перетекании жидкости через зазоры. Интенсивность шумов зависит от величины утечек, а также от механических характеристик агрегатов, места замера и ряда других факторов.

Работа ИКУ-1 заключается в преобразовании ультразвуковых колебаний (УЗК) корпуса агрегата в электрические сигналы, которые после усиления и детектирования поступают на стрелочный указатель. Преобразование УЗК в электрические сигналы и их предварительное усиление осуществляется в пьезошупе (рис. 4). Шуп состоит из волновода присоединяемого к исследуемой поверхности агрегата, и пьезоэлемента, преобразующего механические колебания в электрические сигналы. Электронный блок прибора (рис. 5) представляет собой узкополосный усилитель (105 кГц), на выход которого подключен стрелочный указатель. Коэффициент усиления блока регулируется автоматически с множителями $\times 1$, $\times 5$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1000$. При этом большему множителю соответствует меньший коэффициент усиления.

Для проверки работоспособности прибора на электронном блоке установлен эталонный генератор УЗК, излучатель которого расположен по боковой стенке блока и обозначен надписью "Самоконтроль".

Прибор выполнен в переносном исполнении и позволяет проводить измерения непосредственно в условиях стояния самолета. Питание прибора осуществляется от сети постоянного тока (аккумулятора самолета) с напряжением 24...30В.

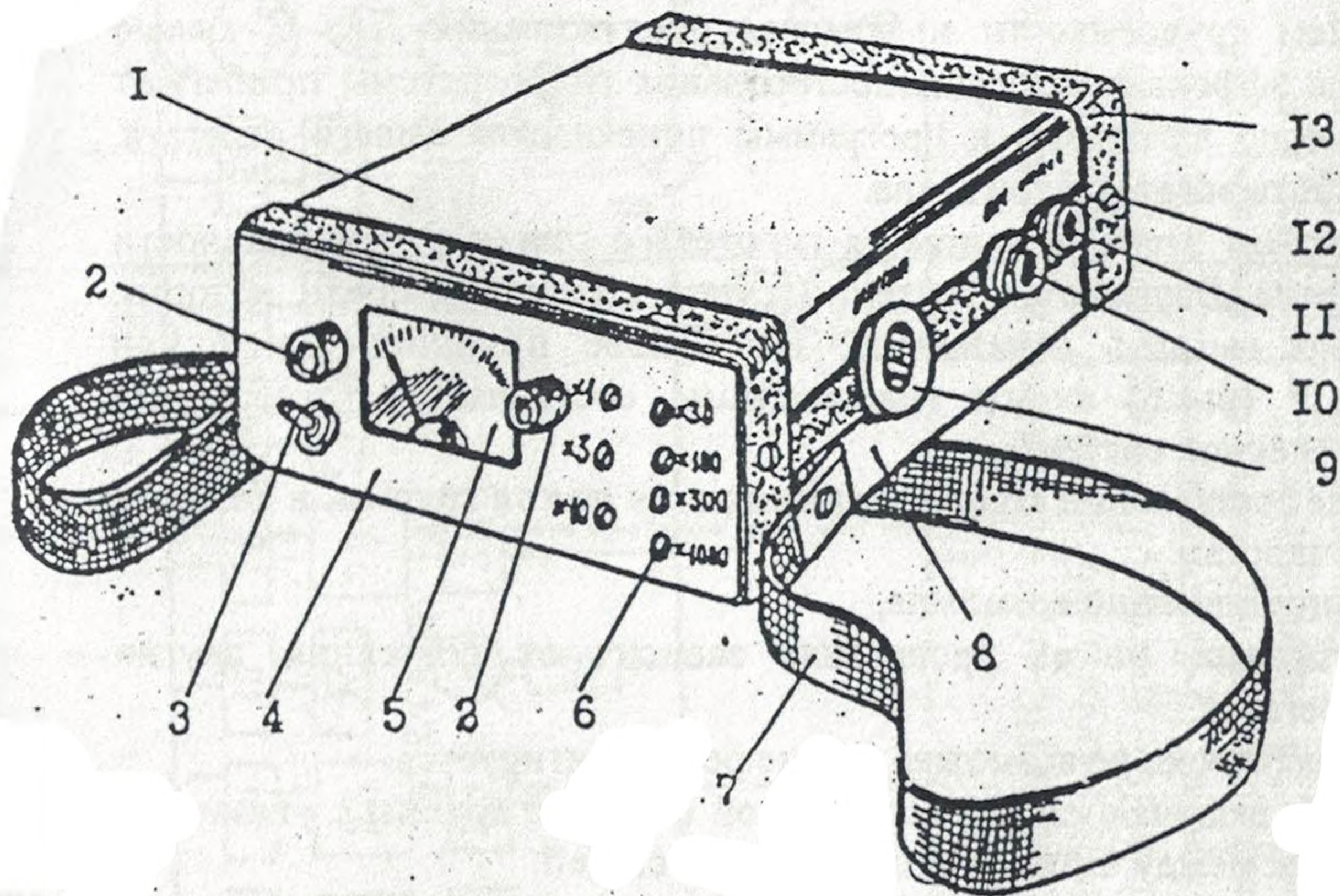
Шупа ультразвуковой



- 1 – корпус шупа;
- 2 – предохранительный конус;
- 3 – наконечник шупа;
- 4 – выступающий конец волновода;
- 5 – уплотнитель;
- 6 – кнопка шупа;
- 7 – темляк;
- 8 – крышка;
- 9 – винт пломбируемый;
- 10 – ручка шупа;
- 11 – винты крепления крышек ручки;
- 12 – жгут соединительный;
- 13 – вилка для подключения шупа к электронному прибору

Рис.4

Блок электронный.



- 1 – верхняя крышка прибора;
- 2 – светильник;
- 3 – тумблер включения питания;
- 4 – фальшпанель;
- 5 – выходной стрелочный индикатор;
- 6 – светодиодный индикатор множителя поддиапазона;
- 7 – ремень;
- 8 – нижняя крышка прибора;
- 9 – электроакустический излучатель встроенной системы контроля работоспособности;
- 10 – розетка типа 2РМ для подключения соединительного жгута ультразвукового щупа;
- 11 – вилка типа 2РМ для подключения сетевого кабеля;
- 12 – винт крепления задней крышки;
- 13 – задняя крышка.

Рис.5

В состав гидросистемы входит большое число агрегатов которые могут явиться причиной нарушения ее внутренней герметичности. В силу этого для выявления отказавшего (негерметичного) агрегата приходится проводить большое число проверок, что связывается с увеличением трудоемкости и времени обслуживания ЛА. С целью повышения эффективности диагностирования гидросистемы прибегают к составлению алгоритма и программы поиска отказавшего агрегата. Данная работа ведется в три этапа.

1 На первом этапе выдвигается гипотеза о причине неисправности гидросистемы. Выделяется система (группа агрегатов), среди которых необходимо выявить отказавший. На основе принципиальной или структурной (рис.6) схемы гидросистемы составляется структурная схема выделенной системы.

При ее составлении агрегаты разделяются на три группы, в которых негерметичность:

- принципиально возможна,
- возможна, но ее проявление зависит от состояния других агрегатов,
- практически не возможна или не регламентируется.

В схему включаются агрегаты первой и второй группы с указанием действующих между ними функциональных связей.

2 На втором этапе на основе диагностической матрицы гидросистемы (табл.1) составляется диагностическая матрица выделенной системы, в которую заносятся данные о типовых неисправностях и вероятностях их возникновения R_i , содержания и трудоемкости (времени) проведения проверок t_i .

3 На третьем этапе составляется алгоритм и программа поиска отказавшего агрегата в выделенной системе. Алгоритм поиска представляется в виде ориентированного графа (рис.7), вершины которого определяют состав, а ребра (дуги) последовательность проведения проверок. В начальную вершину (0) вводится проверка различающая неисправное (негерметичное) состояние выделенной системы, во внутренние вершины (1,2,3 и т.д.) – проверки различающие неисправные состояния участков системы, а во внешние (висячие) вершины – проверки различающие конкретные неисправности (отказавшие агрегаты). На основе алгоритма поиска составляется программа проверок, которая определяет состав и очередность проверок, выбранных с учетом различных условий проведения работ.

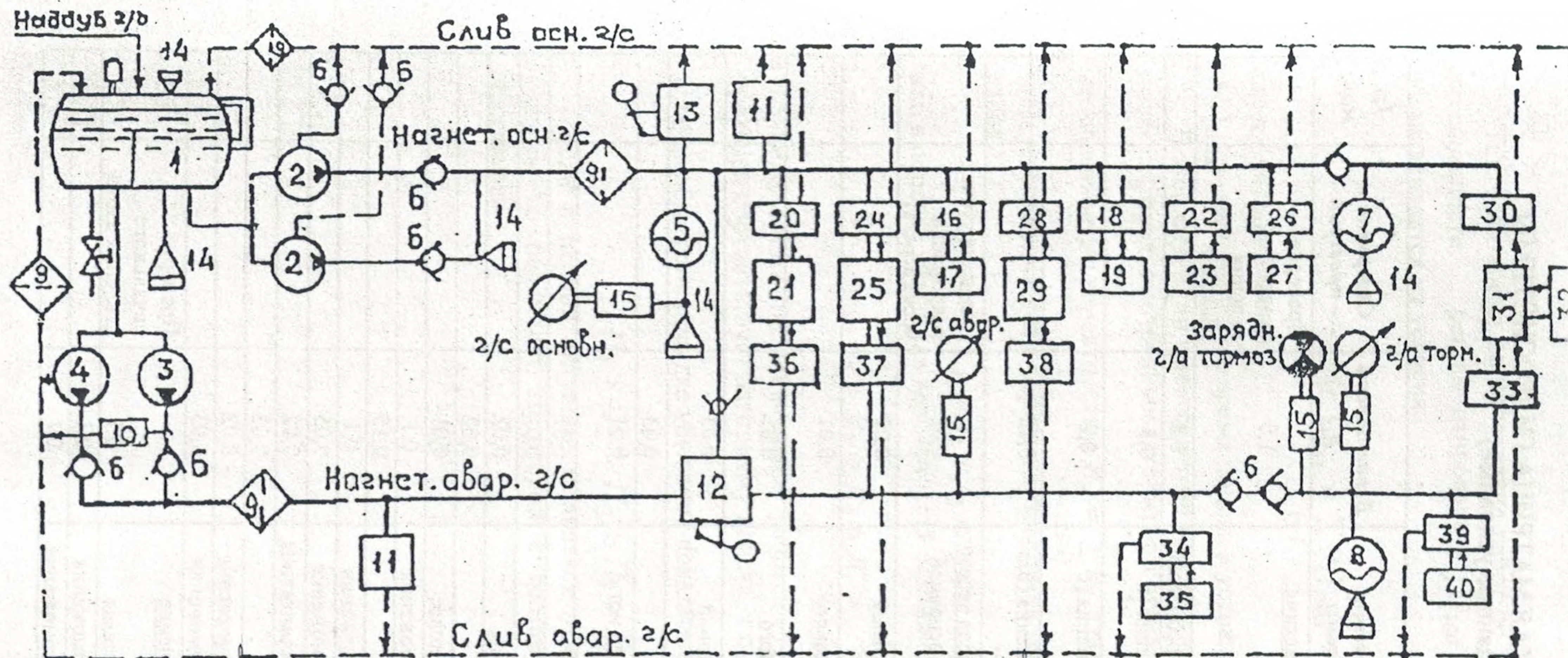


Рис. 6

1 – гидробак; 2 – гидронасос НП-72МВ; 3 – резервная насосная станция НС-46; 4 – аварийная насосная станция НС-55; 5 – гидроаккумулятор основной системы; 6 – обратный клапан; 7 – гидроаккумулятор основной тормозной системы; 8 – гидроаккумулятор аварийной тормозной системы; 9 – гидросифон; 10 – дроссель; 11 – предохранительный клапан; 12 – клапан переключения; 13 – клапан стравливания; 14 – бортовой клапан; 15 – датчик давления; 16 – кран стеклоочистителя; 17 – стеклоочиститель; 18 – кран поворота пер. колес; 19 – система поворота пер. колес; 20 – кран закрылков; 21 – механизм закрылков; 22 – кран спойлеров; 23 – механизм спойлеров; 24 – кран шасси; 25 – механизм шасси; 26 – кран тормоза пер. колес; 27 – тормоз пер. колес; 28 – кран стабилизатора; 29 – механизм стабилизатора; 30 – редукционный клапан основного торможения; 31 – челночный клапан; 32 – тормоза; 33 – редукционный клапан аварийного торможения; 34 – кран кока фюзеляжа; 35 – механизм кока фюзеляжа; 36 – кран авар. закрылков; 37 – кран авар. шасси; 38 – кран авар. стабилизатора; 39 – кран трапа; 40 – механизм трапа.

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МАТРИЦА ГИДРОСИСТЕМЫ

(данные условные)

№	Наименование неисправных состояний гидросистемы	Вероятность R_i	Содержание проверок	t_i , мин
0	<u>Ускоренное падение давления:</u> в гидросистеме самолета	1,0	Проверка скорости падения давления	
1	в основной системе (без потребителей)	0,8		
2	в основной системе торможения (с тормозами)	0,5		
3	в аварийной системе торможения (с тормозами)	0,2		
4	в аварийной системе торможения (без тормозов)	0,15		
5	<u>Внутренние утечки гидромасла через:</u> предохранительный клапан основной системы	0,02	Проверка утечек гидромасла через агрегат	
6	сравливающий клапан основной системы	0,02		
7	обратный клапан насоса среднего двигателя	0,01		
8	обратный клапан насоса левого двигателя	0,01		
9	клапан переключения аварийной системы	0,03		
10	кран стеклоочистителя	0,03		
11	кран поворота колес передней ноги шасси	0,01		
12	кран закрылков	0,01		
13	кран стабилизатора	0,01		
14	кран шасси основной системы	0,02		
15	кран спойлеров	0,02		
16	кран торможения передних колес	0,01		
17	челночный клапан осн. торможения	0,1		
18	основные тормоза	0,15		
19	редукцион. клапан осн. торможения	0,1		
20	обрат. клапан сист. осн. торможения	0,05		
21	челноч. клапан сист. авар. торможения	0,02		
22	аварийный тормоз	0,03		
23	обрат. клапан сист. авар. торможения	0,02		
24	редукц. клап. сист. авар. торможения	0,03		
	<u>Пониженное начальное давление азота:</u>		Проверка начального давления азота	
25	гидроаккумулятора осн. системы	0,1		
26	гидроаккумулятора осн. торможения	0,1		
27	Гидроаккумулятора авар. торможения	0,1		

Так, если время на проведение работ по выявлению и устранению неисправности регламентировано ($t_{зад}$), состав проверок устанавливается из условия:

$$\{t_n\}_{\max} = \sum_{i=1}^n \{t_i\}_{\max} \leq t_{зад},$$

где n – число проверок,

$\{t_i\}_{\max}$ – максимальное время поиска и устранения i -ой неисправности.

В этой ситуации имеется возможность провести только часть проверок, предусмотренных алгоритмом поиска, т.е. выявить неисправность с вероятностью $R_n = \sum_{i=1}^n R_i$. Очередность проверок при этом устанавливается в порядке возрастания трудоемкости (времени) работ

$$t_1 < t_2 < t_3 < t_i < \dots < t_n$$

или в порядке убывания вероятностей возникновения неисправностей

$$R_1 > R_2 > R_3 > R_i > \dots > R_n$$

Если время на проведение работ не регламентируется, состав проверок соответствует алгоритму поиска, а очередность их проведения устанавливается в порядке убывания показателя $\Pi_i = \frac{R_i}{t_i}$:

$$\Pi_1 > \Pi_2 > \Pi_3 > \Pi_i > \dots > \Pi_n$$

Если в первой ситуации выявить и устранить неисправность не удалось, то переходят ко второй с составлением соответствующей программы.

Алгоритм проверки внутренней герметичности гидросистемы

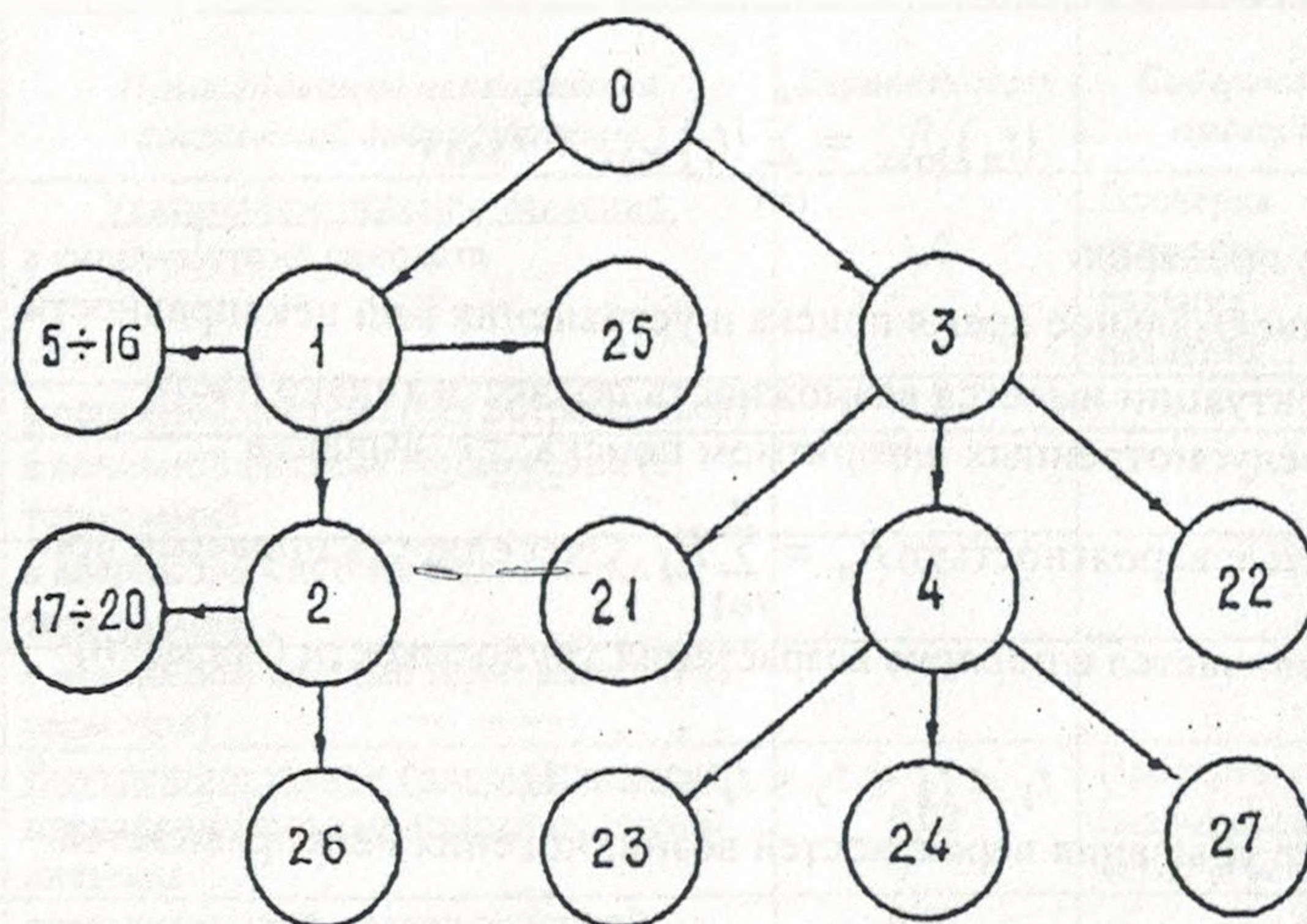


Рис.7

Проверка скорости падения давления: 0 – в гидросистемах самолета; 1 – в основной системе (без потребителей); 2 – в основной системе торможения (с тормозами); 3 – в аварийной системе торможения (с тормозами); 4 – в аварийной системе торможения (без тормозов).

Проверка внутренних утечек гидромасла: 5 – предохранительный клапан осн. системы; 6 – стравливающий клапан осн. системы; 7 – обратный клапан насоса ср. двигателя; 8 – обратный клапан насоса лев. двигателя; 9 – крана переключения; 10 – крана стеклоочистителя; 11 – крана поворота пер. колес; 12 – крана закрылков; 13 – крана стабилизатора; 14 – крана шасси; 15 – крана спойлеров; 16 – крана тормозов пер. колес; 17 – челночного клапана авар. тормозов; 18 – авар. тормозов; 19 – редукционный клапан системы осн. торможения; 20 – обратный клапан системы осн. торможения; 21 – челночного клапана осн. торможения; 22 – осн. тормозов; 23 – обратный клапан системы авар. торможения; 24 – редукционного клапана авар. торможения.

Проверка начального давления азота: 25 – г/а основной системы; 26 – г/а основной тормозной системы; 27 – г/а аварийной системы торможения.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОВЕРОК

4.1. Подготовительные работы

1. Перед проведением проверок убедитесь в том, что все органы управления гидросистемы и других потребителей электрического тока на самолете находятся в положении "Выкл" ("Нейтрально"), агрегаты установлены на свои места, трубопроводы подсоединены к агрегатам, шланговые соединения затянуты и зафиксированы.
2. Подключите к бортовому разъему самолета аэродромный источник электропитания.
3. Включите наземный источник электропитания и бортовую электросеть самолета.
4. Убедитесь в наличии гидромасла в баке (уровень масла должен находиться в пределах черной полосы на мерной трубке бака).
5. Выключите тумблеры (АЗС) управления и контроля гидросистемы.

4.2. Проверка внутренней герметичности основной системы (без потребителей)

1. По манометру "Гидросистема осн.", убедитесь в наличии зарядного давления азота (40 кг/см^2) в газовой полости гидроаккумулятора основной системы.
2. В случае пониженного начального ~~давления~~, подзарядите гидроаккумулятор азотом (40 кг/см^2).
3. Переключите аварийную систему на основную, переведя кран переключения на панели агрегатов аварийной системы из положения "авар." в положение "основн."
4. Зарядите гидроаккумулятор основной системы до давления 15 МПа (150 кг/см^2), включив резервную (аварийную) насосную станцию переключателем "Насосная станция резервн." ("Насосная станция авар.").
5. Выключите насосную станцию соответствующим переключателем.
6. Возвратите рукоятку клапана переключения в положение "авар."
7. Занесите в протокол испытаний (табл.2) значение исходного давления P_0 в системе.
8. С интервалом Δt_i (1...5 мин) в течение 20...30 минут проведите регистрацию изменения давления $P(t)$ в системе.
9. Рассчитайте согласно (1), (2), (3) и (4) значения $P(60)$, α_i , α , $\delta \bar{i}_n$ по данным протокола испытаний.
10. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) системы, приняв $[P(60)] = 110 \text{ кг/см}^2$, $[\delta \bar{i}_n] = 10\%$.

11. В случае нарушения работоспособности системы проведите поиск отказавшего агрегата.

ТАБЛИЦА 2

Протокол испытаний герметичности гидросистемы

№	Наименование систем	Давление, кг/см^2				Показатели герметичности			
		t_0 мин	$t_1 = 5$ мин	$t_2 = 10$ мин	$t_3 = 15$ мин	α	$\bar{t}_n$	$P(60)$	$\delta \bar{t}_n$
1.	Основная система (без потребителей)								
2.	Система основного торможения (с тормозами)								
3.	Система аварийного торможения (без тормозов)								
4.	Система аварийного торможения (с тормозами)								

4.3. Проверка начального давления азота в гидроаккумуляторе системы основного торможения колес.

1. Зарядите гидроаккумулятор основной системы до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив пункты п.п. 1,2,3,4,5 раздела 4.2.
2. Сравите давление в нагнетающей магистрали основной системы до нуля (40 кг/см^2) по манометру "Гидросистема осн." путем переключения стабилизатора преключателей "Стабилизатор осн. управление".
3. Нажимая тормозные педали, зафиксируйте давление P_{az0} (по манометру "Тормозн. сист. основн."), с которого начинается резкое падение давления в тормозах при полном обжатии педалей.
4. Дайте заключение о работоспособности гидроаккумулятора (начальном давлении азота), приняв $[P_{az}] = 30 \text{ кг/см}^2$.
5. В случае пониженного давления, подзарядите гидроаккумулятор азотом. ($P_{az0} = 32 \text{ кг/см}^2$).

4.4. Проверка внутренней герметичности систем основного торможения колес (с тормозами).

1. Зарядите гидроаккумулятор системы основного торможения колес до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив пункты п.п. 1,2 раздела 4.3.

2. Нажимая тормозные педали, зафиксируйте давление P_0 (по манометру "Тормозн. сист. основн."), с которого начинается заметное падение давления при полном обжатии педалей.
3. Занесите в протокол испытаний (табл.2) значение исходного давления P_0 в тормозной системе.
4. С интервалом Δt_i (1...5 мин) в течении 20...30 мин. проведите регистрацию изменения давления $P(t)$ в тормозах.
5. Рассчитайте согласно (2), (3), (4) значения α_i , α , $\delta \bar{i}_n$ по данным протокола испытаний системы.
6. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) тормозной системы, приняв $[\delta \bar{i}_n] = 10\%$.
7. В случае нарушения работоспособности системы проведите поиск отказавшего агрегата.

4.5. Проверка начального давления азота в гидроаккумуляторе системы аварийного торможения колес.

1. Зарядите гидроаккумулятор системы аварийного торможения колес (по манометру "Гидроаккумулятор тормозов") до давления 15 МПа (150 кг/см^2), включив резервную (аварийную) насосную станцию переключателем "Насосная станция резервн." ("Насосная станция авар.").
2. Включите насосную станцию соответствующим переключателем.
3. Стравите давление в нагнетающей магистрали аварийной системы до нуля (по манометру "Гидросистема авар.") путем перекладки стабилизатора переключателем "Стабилизатор резервн. Управление".
4. Нажимая на рукоятки "Аварийное и стояночное торможение", зафиксируйте давление P_0 (по манометру "Гидроаккумулятор тормозов"), с которого начинается резкое падение давления в системе.
5. Дайте заключение о работоспособности гидроаккумулятора (начальном давлении азота), приняв $[P_{аз}] = 30 \text{ кг/см}^2$.
6. В пониженного давления азота, подзарядите случае гидроаккумулятор азотом ($P_{аз0} = 32 \text{ кг/см}^2$).

4.6. Проверка внутренней герметичности системы аварийного торможения колес (без тормозов).

1. Зарядите гидроаккумулятор тормозов до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив п.п. 1,2,3 раздела 4.5.

2. Занесите в протокол испытаний (табл.2) значение исходного давления P_0 в тормозной системе.
3. С интервалом Δt_i (1...5 мин) в течении 20...30 мин. проведите регистрацию изменения давления $P(t)$ в системе.
4. Рассчитайте согласно (2), (3), (4) значения $P(60)$, α_i , α , $\delta \bar{i}_n$ по данным протокола испытаний.
5. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) тормозной системы, приняв $[P(60)] = 90 \text{ кг/см}^2$, $[\delta \bar{i}_n] = 10\%$.
6. В случае нарушения работоспособности (герметичности) системы проведите поиск отказавшего агрегата.

4.7. Проверка внутренней герметичности системы аварийного торможения колес (с тормозами).

1. Зарядите гидроаккумулятор тормозов колес до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив пункты п.п. 1,2,3 раздела 4.5.
2. Нажмите на рукоятки "Аварийное и стояночное торможение" и зафиксируйте их стопором – должно загореться табло "Стоян. Тормоз вкл."
3. Занесите в протокол испытаний (табл.2) значение исходного давления P_0 в гидроаккумуляторе тормозов.
4. С интервалом Δt_i (1...5 мин) в течении 20...30 мин. проведите регистрацию изменения давления $P(t)$ в гидроаккумуляторе тормозов.
5. Рассчитайте согласно (1), (2), (3), (4) значения $P(60)$, α_i , α , $\delta \bar{i}_n$ по данным протокола испытаний.
6. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) тормозной системы, приняв $[P(60)] = 75 \text{ кг/см}^2$, $[\delta \bar{i}_n] = 10\%$.
7. В случае нарушения работоспособности (герметичности) системы проведите поиск отказавшего агрегата.

4.8. Проверка внутренней герметичности агрегатов по величине утечек на сливе.

1. Зарядите гидроаккумулятор исследуемой системы до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив соответствующие пункты предыдущих разделов.
2. Подайте на агрегат давление, а затем рабочее воздействие, приводящее к коротковременному срабатыванию.

3. Незамедлительно отсоедините от агрегата трубопровод слива, замерьте с помощью мерной емкости величину утечек (Q_1) за одну минуту. Результат измерения занесите в протокол испытаний (табл.3).
4. Спустя 5 минут проведите повторное измерение утечек (Q_2) за одну минуту..
5. Снимите давление с агрегата, подсоедините трубопровод к штуцеру слива, затените и законтрите соединение.
6. Рассчитайте согласно (5) относительное изменение утечек $\bar{q}$.
7. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) агрегата, приняв $[\bar{q}] = 10\%$.
8. В случае нарушения работоспособности агрегат заменяется.

ТАБЛИЦА 3

Протокол испытаний внутренней герметичности агрегата гидросистемы

№ агр.	Наименование агрегатов	Величина утечек $\text{см}^3 / \text{мин}$			Результаты проверок
		Q_1	Q_2	$\bar{q}$	
1.	Редукционный клапан основной системы торможения				Герметичен
2.	Клапан предохранительный основной системы				- // -
3.	Кран шасси основной системы				Не герметичен

4.9. Проверка внутренней герметичности агрегатов прибором ИКУ-1.

1. Зарядите гидроаккумулятор исследуемой системы до давления 15 МПа (150 кг/см^2), выполнив соответствующие пункты предыдущих разделов.
2. Подготовьте прибор ИКУ-1 к работе, для чего:
 - извлеките прибор из футляра;
 - подключите щуп и сетевой кабель к электрическому блоку;
 - подключите вилку сетевого кабеля к сети постоянного тока с напряжением 24...30 В (полярность подключения может быть произвольной);
 - включите тумблер "27V" на передней панели электрического блока и убедитесь, что шкала указателя освещается;
 - нажмите кнопку щупа и убедитесь, что показания указателя находятся вблизи отметки "0,25" и горит множитель "x1";
 - прижмите щуп перпендикулярно поверхности излучателя "Самоконтроль", нажмите кнопку щупа и убедитесь, что

показания находятся вблизи отметки "0,95" и горит множитель "x1000";

3. Очистите поверхность агрегата в месте проведения измерений (в зоне сливного штуцера) от загрязнений и следов гидромасла.
4. Прижмите щуп перпендикулярно поверхности агрегата.
5. Подайте давление на агрегат, а затем рабочее воздействие, приводящее к его кратковременному срабатыванию.
6. Нажмите кнопку щупа, замерте уровень акустической эмиссии агрегата (Q_1), умножив показания указателя на множитель включенного поддиапазона. Занесите результат измерения в протокол испытания (табл.3).
7. Не изменяя положения щупа, через 5 минут, проведите повторное измерение величины эмиссии агрегата (Q_2).
8. Снимите давление с агрегата.
9. Выключите прибор тумблером "27V", отключите вилку кабеля питания от источника тока, отсоедините щуп и кабель питания от электронного блока, уложите прибор в футляр.
10. Рассчитайте согласно (5) относительное изменение утечек.
11. Дайте заключение о работоспособности (герметичности) агрегата, приняв $[\bar{q}] = 10\%$.
12. В случае нарушения работоспособности агрегата, выполните работы по разделу 4.8.

4.10. Заключительные работы. .

1. Выключите тумблеры (АЗС) управления и контроля гидросистемы.
2. Выключите бортовую электросеть и наземный источник электропитания.
3. Отключите от бортового разъема самолета наземный источник электропитания.
4. Убедитесь в том, что все органы управления гидросистемы находятся в положении "Выключено" ("Нейтрально"), агрегаты установлены на свои места, трубопроводы подсоединены к агрегатам, соединения затянуты и законтрены, а под самолетом не имеется следов подтекания гидромасла.

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить устройство и работу гидросистемы самолета.
2. Изучить методику диагностирования внутренней герметичности гидросистемы и агрегатов
3. Провести проверку внутренней герметичности гидросистемы самолета.
4. Провести поиск отказавшего агрегата.

5. Дать заключение о работоспособности гидросистемы с указанием восстановительных мероприятий.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткие сведения о гидросистеме самолета.
2. Краткие сведения о методике диагностирования внутренней герметичности гидросистемы и агрегатов.
3. Результаты проверки герметичности гидросистемы (в виде протокола испытаний).
4. Методика поиска отказавшего агрегата (в виде структурной схемы, диагностической матрицы, алгоритма и программы поиска).
5. Результаты проверки герметичности агрегатов (в виде протокола испытаний).
6. Технический диагноз (заключение о работоспособности гидросистемы).

7. ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация летательных аппаратов. Учебник для вузов. Под ред. Н.Н.Смирнова. – М.: Транспорт, 1990 – 423с.
2. Самолет Як-42. Руководство по технической эксплуатации.