

В.М.САПОЖНИКОВ

СПРАВОЧНИК
СЛЕСАРЯ - МОНТАЖНИКА
ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ
ГИДРОГАЗОВЫХ
И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ



Москва
«Машиностроение»
1988

ББК 39.52
С 19
УДК 629.7.063.

Рецензент *П.С. Тюхтин*

Сапожников В.М.

Справочник слесаря-монтажника трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1988. — 189 с.: ил.

ISBN 5-217-00304-9

Приведены основные сведения о конструктивно-технологических особенностях трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем ЛА. Особое внимание уделено вопросам обеспечения чистоты гидравлических и топливных систем, методам контроля их герметичности, испытаниям систем и их участков на функционирование. Содержит схемы и краткие характеристики стендов и приборов для испытания и контроля гидравлических, топливных и пневматических систем.

Для слесарей по изготовлению и ремонту трубопроводов, слесарей-сборщиков гидрогазовых и топливных систем ЛА, монтажников оборудования, испытателей.

С $\frac{3606030000 - 285}{038(01) - 88}$ 285 - 88

ББК 39.52

ISBN 5-217-00304-9

© Издательство "Машиностроение, 1988

ПРЕДИСЛОВИЕ

Общий уровень надежности и работоспособности значительной части изделий машиностроения во многом определяется качеством трубопроводных коммуникаций гидравлических, газовых и топливных систем. В последние годы проведены большие научно-исследовательские работы по совершенствованию изготовления и монтажа трубопроводов и патрубков из высокопрочных сплавов с неразъемными паяными и сварными соединениями, а также по созданию средств и методов объективного контроля качества монтажа.

Высокие требования предъявляются к организации подготовки и серийного производства трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем летательных аппаратов (ЛА). Высокое качество контроля этих систем обеспечивает повышение их надежности, ресурса, а значит, и ЛА в целом.

При производстве трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем большое значение имеет квалификация слесарей, которые выполняют монтажные и контрольно-испытательные работы. Они должны иметь хорошую техническую подготовку: знать назначение и особенности работы гидрогазовых и топливных систем ЛА; уметь распознавать причины их отказов и неисправностей при монтаже, контроле и испытаниях и восстанавливать их работоспособность; разбираться в вопросах обеспечения взаимозаменяемости элементов трубопроводных коммуникаций при их конструктивно-технологической обработке.

В справочнике рассмотрены основные технологические процессы монтажа трубопроводных коммуникаций и его контроля, промывки гидравлических систем, приведены примеры испытаний и контроля герметичности и работоспособности указанных систем. Описаны современные приемы выполнения операций при монтажных и контрольно-испытательных работах.

Автор выражает благодарность Я.Л. Борту и кандидатам технических наук Е.М. Абрамову, Н.Е. Комову, А.А. Миненкову, Р.Г. Тимиркееву за предоставленные материалы, которые использованы в справочнике.

ГЛАВА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

В связи со значительным усложнением современных гидрогазовых и топливных систем ЛА особое значение с точки зрения обеспечения надежности и ресурса приобретает качество их монтажа, контроля и испытаний.

К топливным и гидравлическим системам ЛА предъявляются жесткие требования в отношении надежности, живучести, пожарной безопасности, массовых и габаритных характеристик, простоты конструкции, ремонтно-пригодности и эксплуатационной технологичности.

В качестве примера, иллюстрирующего сложность современных силовых систем управления, можно привести гидравлическую систему самолета типа ХВ-70 [5], структурная схема которой приведена на рис. 1.1.

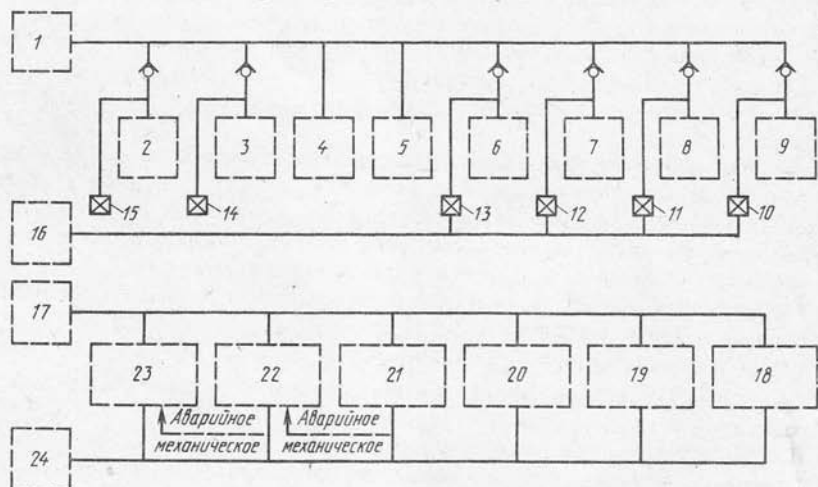


Рис. 1.1. Структурная схема гидросистемы самолета типа ХВ-70:

1, 16, 17, 24 – блоки питания дублирующих гидросистем БП-I, БП-II, БП-III, БП-IV соответственно; 2 – шасси; 3 – механизм поворота передней стойки; 4 – тормоз; 5 – воздухозаборник; 6 – люк; 7 – парашют; 8 – аварийный генератор; 9 – механизм отклонения носка фюзеляжа; 10, 11, 12, 13, 14, 15 – переключатели, обеспечивающие питание соответствующих функциональных подсистем от БП-I или БП-II; 18 – система подкачки топлива; 19 – система автоматического управления; 20 – механизм изменения геометрии крыла; 21 – элевоны; 22 – руль направления; 23 – горизонтальное оперение

В гидросистему входят 12 насосов, 85 линейных и 44 вращательных привода, 120 соленоидных и 50 механических клапанов. Общий объем гидросистемы 830 л, протяженность трубопроводных коммуникаций более 1600 м. Система имеет 3300 паяных и 600 механических соединений.

Топливные системы современных ЛА также представляют собой сложные устройства, включающие в себя трубопроводы, насосы, различные агрегаты (рис. 1.2). На трубопроводные коммуникации действуют различные нагрузки: статические, динамические, повторно-статические и др.

Необходимо отметить, что трубопроводные коммуникации являются самыми ненадежными элементами гидрогазовых и топливных систем, причем это в равной степени относится как к самим трубопроводам, так и к их соединениям.

Гидрогазовые системы ЛА можно подразделить на жидкостные (гидравлические, топливные, масляные, противообледенительные и др.) и газовые (шневматические, кислородные, противопожарные, обогрева и обдува, кондиционирования и др.).

Трубопроводные коммуникации в перечисленных системах служат для транспортировки жидкостей или газов, являющихся, как правило, носителями энергии. Трубопроводные коммуникации включают в себя, кроме трубопроводов, элементы их соединения, агрегаты автоматики, насосы, емкости (баки, отсеки крыла и фюзеляжа, подвесные бачки и др.). В зависимости от назначения трубопроводные коммуникации ЛА разделяют на коммуникации:

топливных систем (системы питания), предназначенных для размещения на ЛА необходимого запаса топлива, его подвода от емкостей к насосам и в камеры сгорания под определенным давлением и в нужном количестве;

гидропневмосистем (гидропередачи), при помощи которых управляют движением ЛА, перемещают его отдельные агрегаты (выпуск и уборка шасси, управление основным и аварийным торможением колес шасси, управление клином и створками воздухозаборника, управление закрылками, элеронами, тормозными щитками, рулями и другие операции);

масляных систем, служащих для подвода необходимого количества масла к трущимся деталям или отвода тепла, выделяющегося в результате трения или поступающего от соседних нагретых деталей [4].

В качестве рабочих жидкостей для гидравлических систем наибольшее распространение получили минеральные масла АМГ-10, АМГ-10а, АМГ-10б, ЛЗ-МГ-2, а также синтетические 7-50С-3; ХС-2-1; НГЭ-2-1; НГЖ-4 и др. Минеральные масла обладают хорошими смазочными свойствами, но имеют ограниченный температурный диапазон и пожароопасны. За последние годы получены новые синтетические невоспламеняющиеся и высокотемпературные жидкости для гидросистем.

В качестве рабочих жидкостей в топливных системах применяют топлива широкой фракции (Т-2, Т-4), керосин (Т-1, ТС-1, ТС-7), керосин-газойль (Т-5, Т-6) и др.

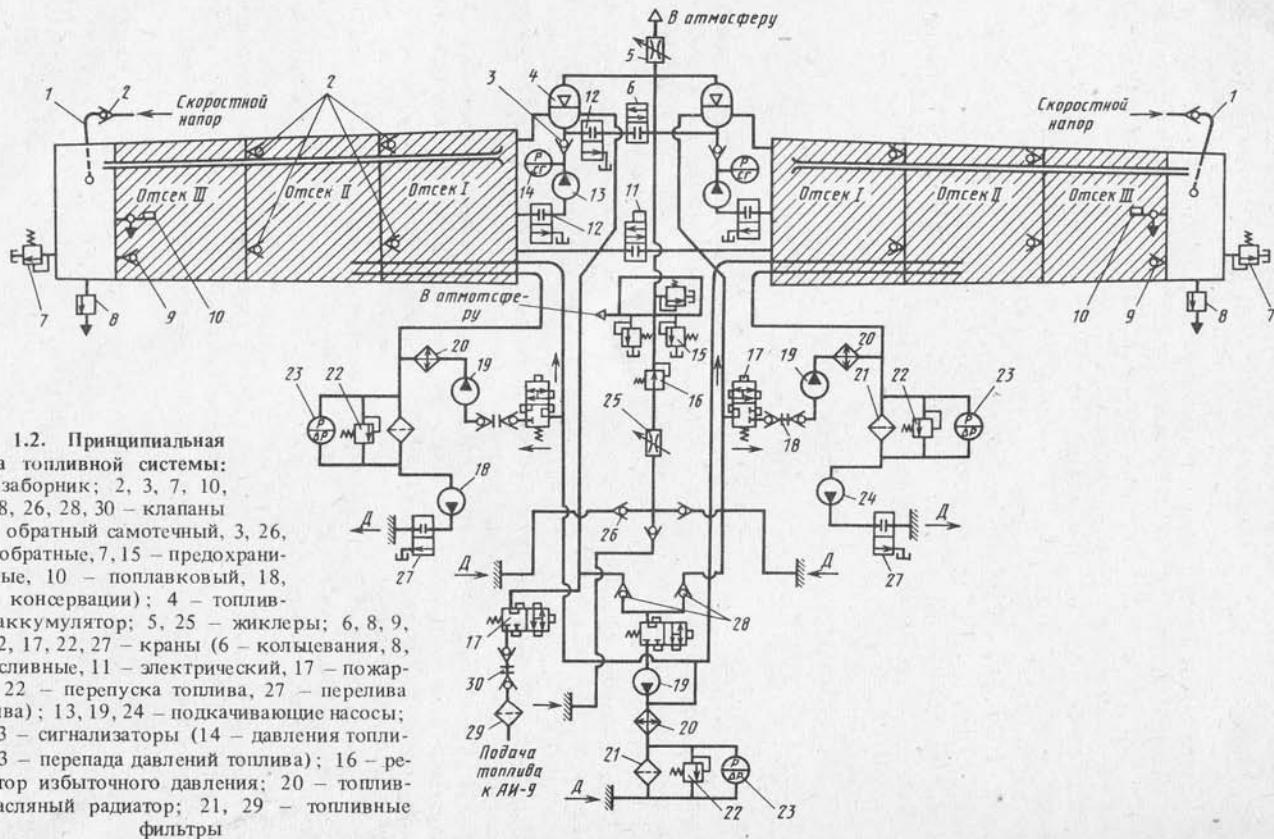


Рис. 1.2. Принципиальная схема топливной системы:

Рабочим телом в пневматических системах (кислородных, кондиционирования воздуха, отдельных воздушных участках гидросистем и др.) является газ (воздух, азот, кислород и др.). В отличие от жидкости плотность и температура газа меняется с изменением давления в системе, поэтому пневматические системы по некоторым показателям уступают гидравлическим, хотя они обладают такими преимуществами, как низкая стоимость изготовления и сравнительная простота эксплуатации.

Так как жидкости, применяемые на ЛА, часто являются взрывоопасными, горючими, высокоагрессивными, а также потому что запас их ограничен, утечки их через негерметичные соединения недопустимы. Герметичность всех стыков и соединений обеспечивает прежде всего надежность и безопасность работы трубопроводных коммуникаций, которые также зависят от прочностных характеристик применяемых материалов, характера действующих нагрузок, от условий и длительности эксплуатации.

1.2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ И ПАТРУБКОВ, ИХ СОЕДИНЕНИЯ И КОМПЕНСАТОРЫ

При проектировании трубопроводных коммуникаций в первую очередь выбирают марки материала для труб и патрубков. Наиболее распространенными в авиастроении являются стали 12Х18Н10Т, Х15Н5Д2Т, 08Х18Н10Т (высокопрочная сталь), 20А, 30ХГСА-ВД, титановые сплавы ПТ-7М, ОТ4-0, ОТ4-1; алюминиевые сплавы АМц, АМ, АМг2М, АМг3М, АМг6М; медные сплавы М1, М2, М2М, М3, и др.

Трубы и патрубки диаметром до 40 мм, как правило, бывают цельнотянутыми, а диаметром свыше 40 мм сначала штампуют из листа, а затем сваривают продольными и поперечными швами.

Вторым этапом при проектировании трубопроводных коммуникаций является обеспечение заданных массовых (весовых) характеристик по каждой автономной системе, которые зависят от материала, из которого изготовлены трубы и патрубки.

Третьим этапом проектирования является выбор прочностных характеристик материалов труб (табл. 1.1).

Зная расход рабочего тела Q и скорость его движения $V_{ж}$, рассчитывают площадь проходного сечения $F = Q / V_{ж}$, т.е. определяют диаметр трубопровода, затем в зависимости от рабочего давления выбирают материал $\sigma_{в}$ и с учетом его плотности ρ и толщины стенки S_{min} окончательно определяют марку материала трубы и его геометрические размеры $D_{н}$; S_{min} и $L_{т р}$.

Затем выбирают тип соединения трубопроводов и патрубков для трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем в зависимости от их назначения, усталостных характеристик, условий эксплуатации, сочетания труб с присоединительной арматурой, предельных темпера-

Наружный диаметр и толщина стенки труб $D_H \times S$, мм	Предел выносливости материала труб в состоянии поставки, σ_{TP} , МПа (кгс/мм ²)			
	сталь 12X18H10T	высокопрочная коррозионно-стойкая сталь ВНС-2	сплавы титана	
			ПТ-7М	ОТЧ-0
8 × 1,0	240 (24,0)	—	—	—
12 × 0,5	—	323 ... 330 (32,3 ... 33,0)	206 (20,6)	—
12 × 1,0	225 (22,5)	320 (32,0)	241 (24,1)	221 (22,1)
18 × 1,0	192 (19,2)	—	—	170 (17,0)
20 × 0,5	200 ... 230 (20,0 ... 23,0)	260 (26,0)	193 (19,3)	—
20 × 1,0	200 (20,0)	—	—	—
50 × 0,5	187 (18,7)	250 ... 270 (25,0 ... 27,0)	170...187 (17,018,7)	—

Примечание. Значения пределов прочности (σ_B) для материалов 12X18H10T, ВНС-2 и ПТ-7М равны 5,4 ... 5,6; 9,0 ... 11,0, 4,8 ... 6,8 МПа соответственно.

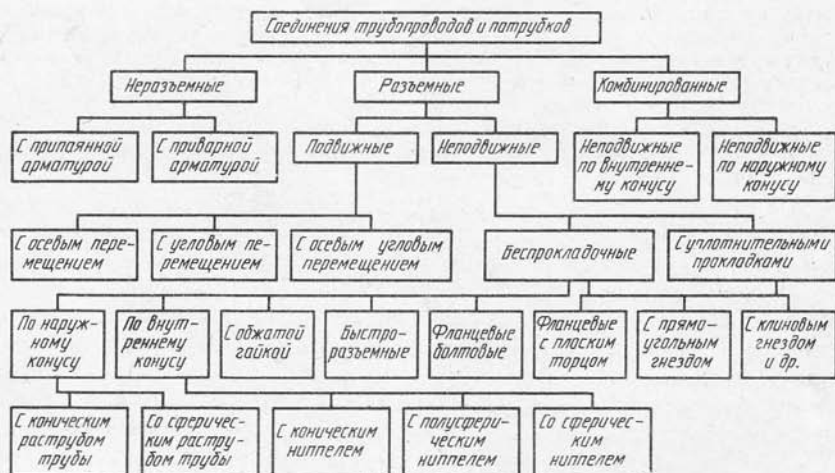


Рис. 1. 3. Классификация соединений трубопроводов и патрубков по конструктивно-технологическим признакам

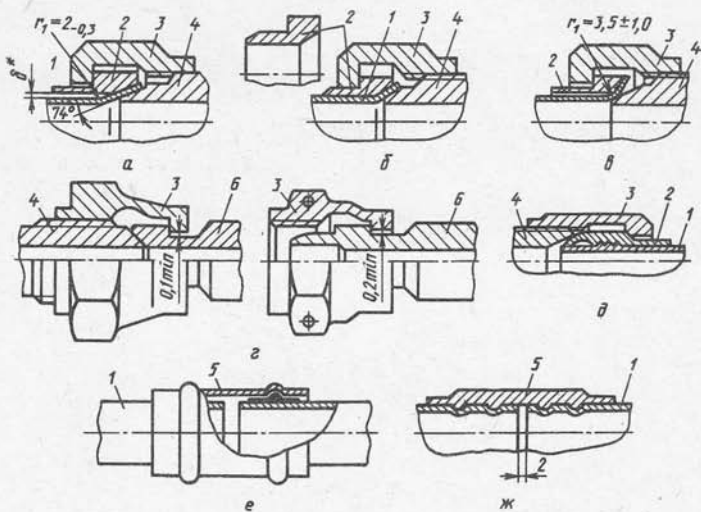


Рис. 1. 4. Типы соединений трубопроводов:

а – по наружному конусу; б – по наружному конусу без зазоров; в – со сферической развальцовкой; г – с обжимной гайкой (по наружному и внутреннему конусам); д – облегченное соединение с упругим врезающимся элементом – ниппелем, имеющим хвостовик; е – неразъемное паяное соединение; ж – неразъемное соединение с применением муфт из сплава с термомеханической памятью (ТМС); 1 – труба; 2 – ниппель; 3 – накидная гайка; 4 – штуцер; 5 – соединительная муфта; 6 – соединительная часть арматуры; r_1 – радиус перехода конической поверхности трубы в цилиндрическую по наружному диаметру; размер δ^* назначается в зависимости от величины наружного диаметра трубы в соответствии с ГОСТ 13954–74 . . . ГОСТ 13977–74

тур и других факторов с указанием их на чертежах или в технических условиях (ТУ).

На рис. 1.3 приведена классификация соединений по конструктивно-технологическим признакам. Как видно, все соединения разделяются на три основные группы: неразъемные, разъемные и комбинированные.

На рис. 1.4 показаны некоторые типы соединений трубопроводов.

На рис. 1.4, ж показаны неразъемные соединения из разнородных материалов, позволяющие выполнять монтажи с большой плотностью, низкой трудоемкостью и высокой ремонтпригодностью. Кроме того, соединения трубопроводов, показанные на рис. 1.4, е, ж, позволяют снизить массу соединений трубопроводов в 5 – 6 раз по сравнению с арматурой по ГОСТ 13954 – 74 – ГОСТ 13977 – 74 [30], а по сравнению с фланцевыми соединениями с болтами, шпильками и хомутами – в 15 – 20 раз, снизить металлоемкость на 50 – 60%.

Соединения труб больших диаметров (свыше 42 мм), а также фланцевые соединения, к которым предъявляются требования повышенной степени герметичности, минимальных массы и металлоемкости и которые рабо-

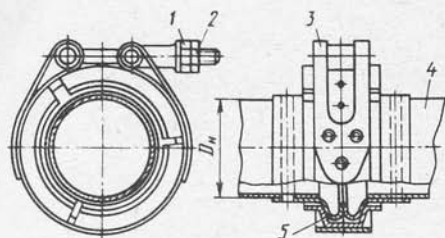


Рис. 1. 5. Облегченное фланцевое соединение трубопроводов:
1 – гайка; 2 – контргайка; 3 – хомут;
4 – трубопровод; 5 – законцовка

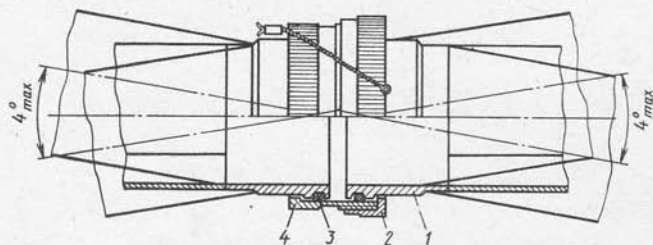


Рис. 1. 6. Подвижное соединение трубопровода:
1 – законцовка трубопровода; 2 – гайка; 3 – резиновое кольцо; 4 – корпус

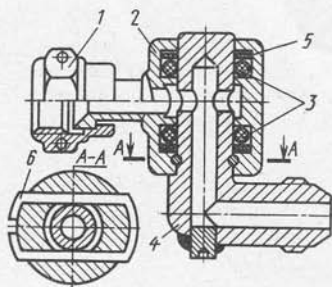


Рис. 1. 7. Поворотное и радиально-шарнирное соединение трубопровода:
1 – обжимная гайка; 2 – муфта; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – угольник; 5 – защитная шайба; 6 – шпилька

тают в различных климатических условиях, рекомендуется делать неразъемными (паяными, из сплава с термомеханической памятью (ТМС и др.).

В связи с тем, что сварные соединения трубопроводов имеют ряд конструктивных и технологических недостатков, на коллекторах, угольниках рекомендуется применять ниппельные соединения с обжимной гайкой (см. рис. 1.4, з).

Облегченные фланцевые соединения трубопроводов (рис. 1.5), имеющих диаметры 40 . . . 60 мм, могут применяться в воздушных системах, работающих в интервале температур $-60 \dots +430^\circ\text{C}$ для коррозионно-стойких сталей и $-60 \dots +300^\circ\text{C}$ для титановых сплавов. Герметичность фланцевых законцовок зависит от чистоты контактирующих поверхностей; фланцевое соединение позволяет снизить массу в 2,5 раза, металлоемкость на 65 % и трудоемкость монтажа на 30 %.

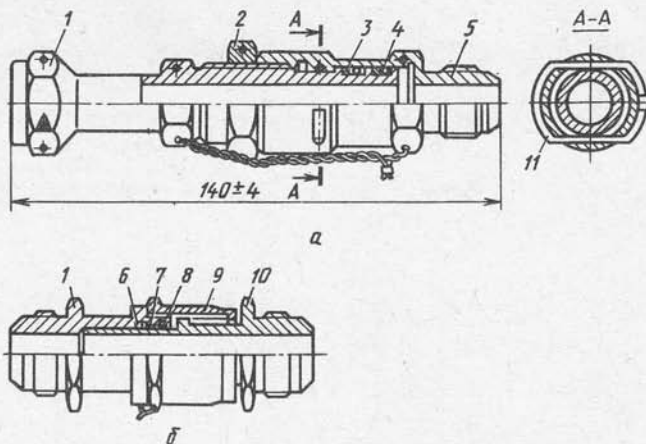


Рис. 1. 8. Подвижные соединения:

а — с регулируемым штуцером; *б* — с тепловым расширителем; 1 — корпус; 2 — контргайка; 3 — защитное кольцо; 4 — уплотнительное кольцо; 5 — штуцер; 6 — кольцо из фторопласта; 7 — подшипник; 8 — контактная щетка из фторопласта; 9 — гайка; 10 — переходная муфта внутреннего трубопровода; 11 — шпилька

Подвижные соединения трубопроводов (рис. 1.6) могут применяться в топливных системах, работающих при температурах $-60 \dots +100$ °С. Эти соединения изготавливаются из алюминиевых сплавов и соединяются с трубой, имеющей наружный диаметр до 80 мм, при помощи раскатки, а с трубой наружным диаметром более 80 мм — дуговой сваркой. Подвижное соединение трубопроводов позволяет снизить его массу в 1,5 ... 2 раза, металлоемкость на 50 %, трудоемкость монтажа на 50 % и повысить герметичность соединений, качество монтажа и взаимозаменяемость. Соединения этого типа имеют несколько диапазонов осевых перемещений (0 ... 9, 0 ... 12 и 0 ... 15 мм) и угловые неточности до 4°. Необходимый диапазон задает конструктор в зависимости от конструктивных особенностей изделия.

В гидросистемах, где необходим поворот сопряженных деталей на угол до 360° в одной — трех плоскостях (шасси, крыло изменяемой геометрии и т.д.), рекомендуется применять поворотные и радиально-шарнирные соединения трубопроводов (рис. 1.7). Эти соединения могут работать в широком диапазоне давлений 3,5 ... 35,0 МПа (35 ... 350 кгс/см²) и температур $(-60 \dots +120$ °С), их минимальный рабочий момент кручения равен 28 Н · (2,8 кгс · см) при давлении 28 МПа (280 кгс/см²). Радиально-шарнирные соединения устойчивы к коррозии и могут использоваться в коммуникациях с различными жидкостями и газами.

В наиболее ответственных местах магистрали, где трубопроводы соединяются с агрегатами, имеющими значительные перемещения, которые вызывают большие монтажные напряжения, рекомендуется устанавливать

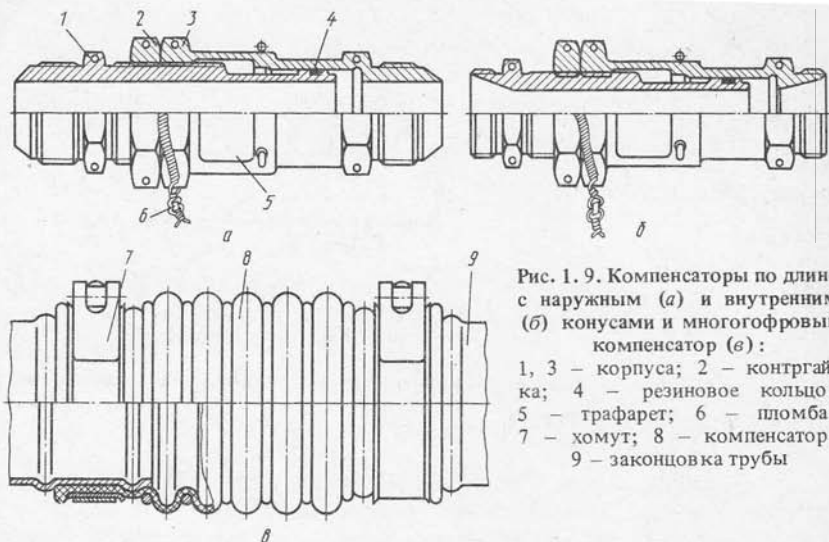


Рис. 1. 9. Компенсаторы по длине с наружным (а) и внутренним (б) конусами и многофуртовый компенсатор (в):

1, 3 — корпуса; 2 — контргайка; 4 — резиновое кольцо; 5 — графит; 6 — шомба; 7 — хомут; 8 — компенсатор; 9 — законцовка трубы

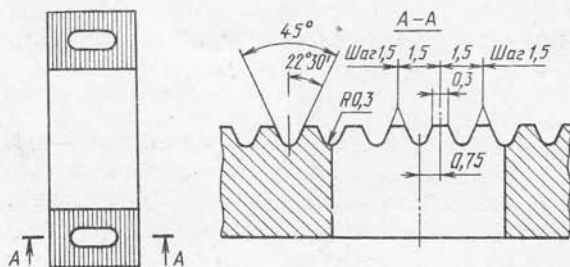


Рис. 1. 10. Стопорная пластинка

подвижные соединения с регулируемым штуцером (рис. 1.8, а) и с тепловым расширителем (рис. 1.8, б). Давление жидкости в коммуникациях с подвижными соединениями типа регулируемых штуцеров не должно превышать 2,5 МПа (25 кгс/см²), а значения рабочих температур не должны выходить за пределы $-55 \dots +125 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для компенсации суммарных монтажных погрешностей по длине трубопроводной коммуникации рекомендуется устанавливать фторопластовые рукава или уравновешенные и многофуртовые компенсаторы (рис. 1.9), а также компенсаторы со стопорными пластинками (рис. 1.10). Для устранения несоосности агрегаты устанавливают на кронштейны, а под головки болтов ставят регулировочные шайбы (рис. 1.11).

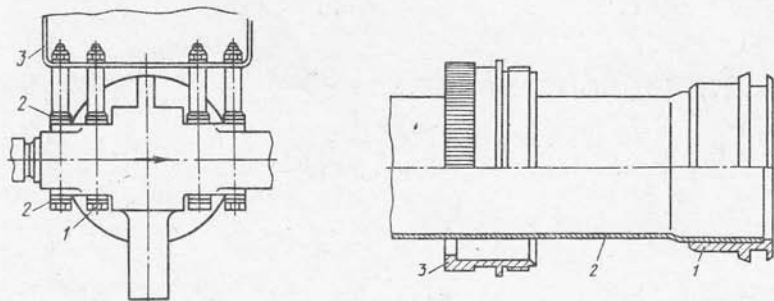


Рис. 1. 11. Установка агрегата на кронштейн с регулировочными шайбами:
1 – болт; 2 – регулировочные шайбы; 3 – кронштейн

Рис. 1. 12. Ограниченно подвижное соединение трубопроводов с внутренней резьбой в корпусе:
1 – муфта; 2 – труба; 3 – корпус

Для трубопроводов топливных, масляных, воздушных, дренажных и сливных систем, работающих при низких давлениях 0,3 . . . 0,5 МПа (3 . . . 5 кгс/см²), могут применяться ограниченно подвижные соединения (рис. 1.12).

1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТРУБОПРОВОДНЫМ КОММУНИКАЦИЯМ

При эксплуатации на ЛА действуют различные случайные нагрузки, возникающие при рулении, посадке, полете в турбулизированных слоях атмосферы и т.д. Подобные воздействия могут вызвать резонансные колебания монтируемых участков трубопроводных коммуникаций.

Таблица 1. 2

Расстояние	Диаметр трубы, мм					
	6 ... 8	10 ... 12	14 ... 20	22 ... 27	28 ... 40	Свыше 40
Между точкой подсоединения и 1-й колодкой или хомутом, мм	100 ... 150	200 ... 250	300 ... 350	400 ... 500	500 ... 600	500 ... 600
Между колодками или хомутами, мм	До 400		До 600			По указанию конструктора

При колебании трубопроводов и гибких шлангов, входящих в трубопроводные коммуникации, нежелательно соприкосновение их с элементами конструкции и между собой, так как это может вызывать их повреждение. Поэтому при разработке монтажных схем на трубопроводные коммуникации необходимо предусматривать оптимальные зазоры между опорами (хомутами, колодками, соединением и опорой), исключающие возможность трения их между собой и предотвращающие механические разрушения.

В табл. 1.2 приведены оптимальные значения расстояний между колодками или хомутами крепления трубопроводов и расстояний от жестко закрепленного разьема до колодки или хомута, а в табл. 1.3 — минимальные значения зазоров между трубопроводами или трубопроводами и элементами конструкции планера.

В местах, где трубопровод меняет свое направление (имеет колено), при длине незакрепленного участка более 300 мм необходимо устанавливать жесткое дополнительное крепление.

Колодки устанавливают на прямые участки трубы, длина которых должна быть больше ширины колодки не менее чем на 5 мм, а на участках трубопровода, обдуваемых воздушным потоком, с целью уменьшения вибраций, следует ставить дополнительные крепления, исключающие соприкосновение элементов систем с конструкцией.

Неразъемные соединения трубопроводов, проложенных в параллельных пакетах, должны располагаться в шахматном порядке с обеспечением необходимых зазоров (рис. 1.13, а).

Соединения трубопроводов, смонтированных в разделительной перегородке в виде пучка, необходимо располагать на различном расстоянии от перегородки (рис. 1.13, б). Зазоры, выдерживаемые при монтаже перекрещивающихся трубопроводов, показаны на рис. 1.13, в.

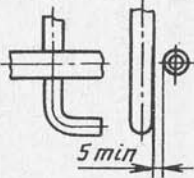
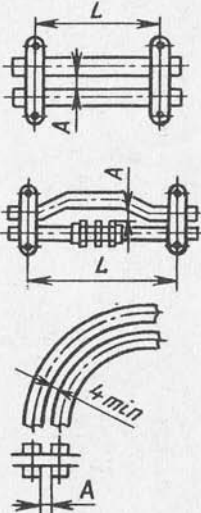
Зазор между трубопроводом (в зоне стыка) и гладкой стенкой элемента конструкции изделия должен составлять не менее $1,5 D_H$ (рис. 1.13, г). Расстояние от паяного стыка до перегородки должно быть не менее 90 мм (рис. 1.13, д). Зазор между жестко закрепленным агрегатом и трубопроводом $1,5 D_H$ (см. рис. 1.13, е).

Зазор между трубопроводами и ребрами близлежащих деталей должен быть не менее 16 . . . 18 мм (рис. 1.13, ж). Между трубопроводами и шлангами или тросами необходимо выдерживать зазоры 16 . . . 18 мм (рис. 1.13, з).

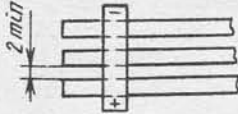
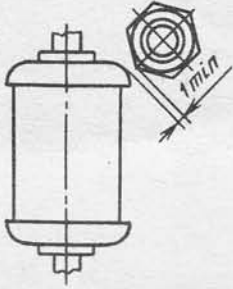
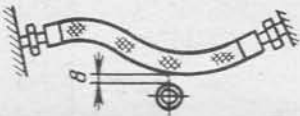
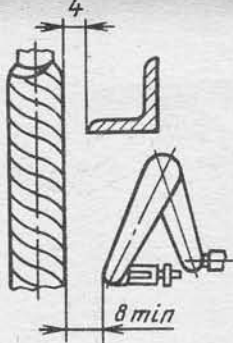
При проектировании трубопроводных коммуникаций с неразъемными соединениями необходимо предусматривать технологические и эксплуатационные разъемы для проведения регламентных работ, для подсоединения промывочного и испытательного оборудования и т.п.

Если по конструктивным соображениям требуется увеличить зазор между трубопроводами или трубопроводом и элементами конструкции на значение, меньшее оговоренного выше, это указывают на чертеже.

При разработке принципиальных и монтажных схем, а также при отработке эталонного монтажа слесарю необходимо определить оптимальную схему монтажа гибких рукавов.

Контролируемый параметр	Эскиз	ТУ на контролируемый параметр														
Зазор между перекрещивающимися трубопроводами		Не менее 5 мм														
Зазор между параллельными трубопроводами		D_H , мм L , мм	До 16 До 40	Свыше 16 Свыше 400 Любые												
<p>Минимально допустимое значение зазора, мм, для:</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>коррозионно-стойких сталей без арматуры</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>коррозионно-стойких сталей с арматурой</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>алюминиевых сплавов</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>В параллельно изогнутых пакетах зазор между трубопроводами должен плавно увеличиваться от начала изгиба до середины кривой и составлять не менее 4 мм</p>					коррозионно-стойких сталей без арматуры	2	3	2	коррозионно-стойких сталей с арматурой	3	5	2	алюминиевых сплавов	3	5	2
коррозионно-стойких сталей без арматуры	2	3	2													
коррозионно-стойких сталей с арматурой	3	5	2													
алюминиевых сплавов	3	5	2													

Контролируемый параметр	Эскиз	ТУ на контролируемый параметр												
Зазор между трубопроводом и неподвижными элементами конструкции		Не менее 2 мм для трубопроводов из коррозионно-стойких сталей и титановых сплавов; 3 мм для трубопроводов из алюминиевых сплавов												
Зазор между трубопроводом и кромками отверстий или деталями конструкции шпанера		Не менее 5 мм												
Зазор между трубопроводом и подвижными элементами конструкции или блоками готовых изделий, установленных на мягких амортизаторах		Не менее 8 мм, кроме мест, указанных на чертеже Зазор между трубопроводом и блоками следует измерять при максимальном отклонении блока												
Зазор между трубопроводом и электрожгутами		<p>Не менее 6 мм в местах жесткого крепления жгута и не менее 20 мм в середине пролета электрожгута с выбором допускаемого его провисания</p> <p>Минимальное значение зазора с учетом провисания жгута (в средней точке), мм, для систем:</p> <table border="0"> <tr> <td>кислородной</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>гидравлической, топливной и масляной:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>для незащищенного жгута</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>для жгута, защищенного изоляцией из негорючего материала и с установленным разделительным хомутом</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>горячего воздуха</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>холодного воздуха</td> <td>5</td> </tr> </table>	кислородной	10	гидравлической, топливной и масляной:		для незащищенного жгута	50	для жгута, защищенного изоляцией из негорючего материала и с установленным разделительным хомутом	10	горячего воздуха	40	холодного воздуха	5
кислородной	10													
гидравлической, топливной и масляной:														
для незащищенного жгута	50													
для жгута, защищенного изоляцией из негорючего материала и с установленным разделительным хомутом	10													
горячего воздуха	40													
холодного воздуха	5													
Зазор между гранью гайки и трубопроводом		Не менее 5 мм												
Зазор между колесом шасси и трубопроводом		Не менее 15 мм по радиусу и не менее 10 мм до боковых стенок конструкции												

Контролируемый параметр	Эскиз	ТУ на контролируемый параметр
Зазор между трубопроводами при выходе из зажимов колодок		Не менее 2 мм
Зазор между острыми краями гаек и жестко закрепленными штуцерами или агрегатами		Не менее 1 мм
Зазор между трубопроводом и гибким шлангом		Не менее 8 мм
Зазор между трубопроводом, обшитым теплоизоляционным материалом, и элементами конструкции		Зазор между теплообшивкой трубопровода и неподвижными элементами конструкции не менее 4 мм; подвижными – не менее 8 мм

Примечание. На плазе все зазоры должны быть увеличены на 2 мм.

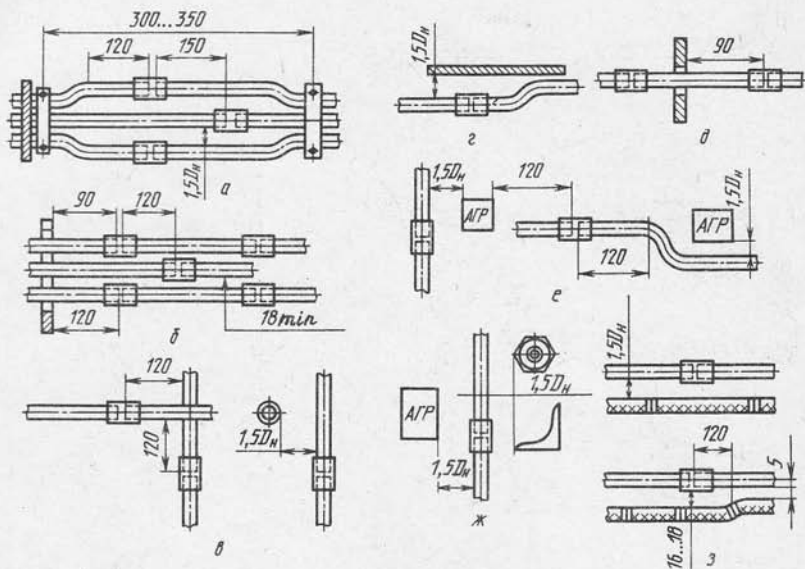


Рис. 1. 13 Оптимальные зазоры при монтаже систем с неразъемными (паяными и ТМС) соединениями между элементами крепления (а); параллельными трубопроводами (б); перекрещивающимися трубопроводами (в); трубопроводом и гладкой стенкой конструкции (г); трубопроводом и стенкой конструкции (д); трубопроводом и жестко закрепленным агрегатом (е), трубопроводом и острыми кромками деталей (ж); трубопроводом и электрожгутом (з)

На рис. 1.14 приведены типовые схемы монтажа шлангов.

При монтаже шлангов не допускается:

а) резкий перегиб шланга у наконечника (см. рис. 1.14, а, в); у наконечника необходимо выдержать прямолинейный участок:

для резиновых шлангов не менее 20 мм, для металлических и фторопластовых не менее $(2 \dots 3) d_y$ (d_y – внутренний диаметр шланга).

Примечание. По согласованию с заказчиком у наконечника допускается прямолинейный участок меньшей длины (но не менее 25 мм) с обязательным указанием на чертеже;

б) изгиб шланга под действием собственного веса (см. рис. 14, б);

в) двойной изгиб шланга (см. рис. 1.14, в);

г) радиус изгиба ($R_{изг}$) меньше минимального (см. рис. 1.14):

D_n , мм	До 8	8 . . . 12	12 . . . 42	Свыше 42
$R_{изг \min}$, мм		6	7	8

для рабочих давлений до 10 МПа $R_{изг \min} (5 \dots 10) d_y$;

для рабочих давлений свыше 10 МПа $R_{изг \min} \geq 12 d_y$;

для фторопластовых шлангов $R_{изг \min} = 10 d_y$.

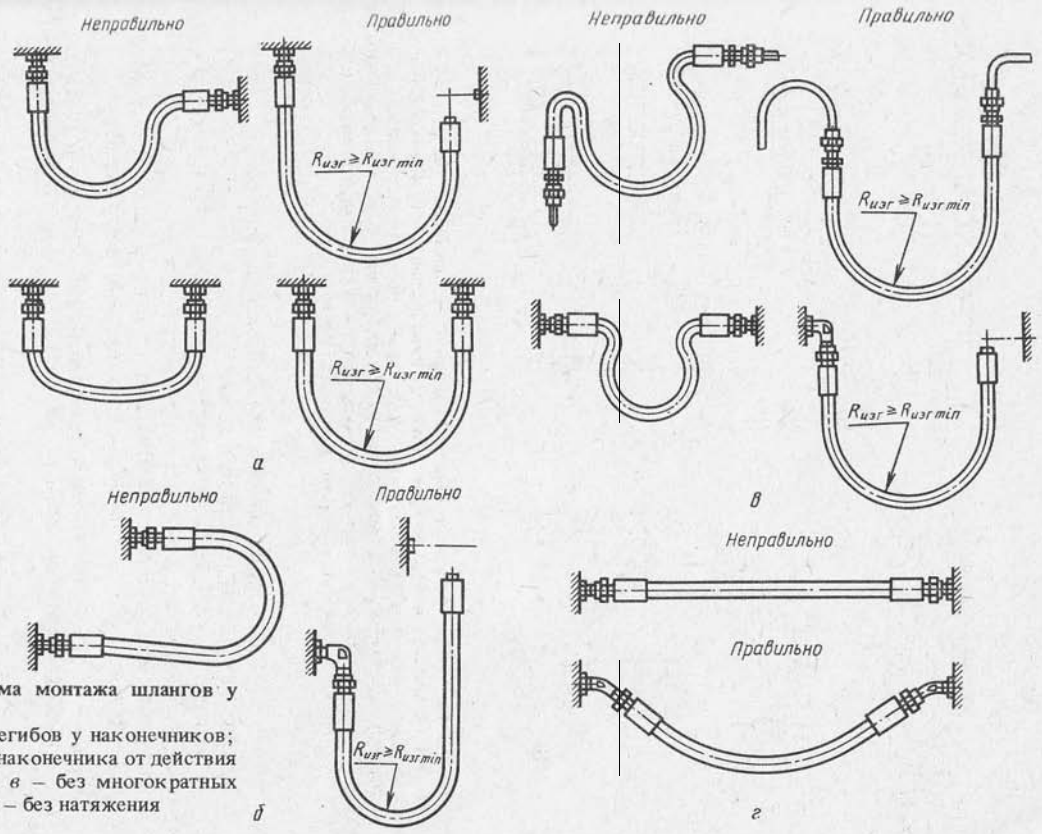


Рис. 1.14 Схема монтажа шлангов у наконечников
 а – без резких перегибов у наконечников;
 б – без перегиба у наконечника от действия собственного веса;
 в – без многократных изгибов ; г – без натяжения

П р и м е ч а н и е. С разрешения разработчика или главного конструктора допускаются меньшие радиусы изгиба с обязательным указанием на чертеже;

д) натяжение шланга (см. рис. 1.14, з).

Для шлангов, движущихся вместе с агрегатами, следует выбирать схему монтажа так, чтобы шланг располагался в одной плоскости. Для предотвращения скручивания шланга плоскость его изгиба должна совпадать с плоскостью движения (рис. 1.15, а).

П р и м е ч а н и е. При достаточной длине гибкой части шланга (не менее 700 мм) и диаметре не более 20 мм при насыщенном монтаже допускается изгиб шланга в нескольких плоскостях.

Для шлангов, движущихся вместе с агрегатами, радиус изгиба во всех кинематических положениях должен быть не меньше минимально допускаемого (см. рис. 1.15, б).

Если шланг изогнут в нескольких плоскостях и движется вместе с агрегатами, его рекомендуется закреплять в месте изменения плоскости изгиба (см. рис. 1.15, в).

Подсоединение шланга к жесткому трубопроводу показано на рис. 1.16.

П р и м е ч а н и е. На уже выпущенных изделиях по согласованию с заказчиком допускается применение ранее разработанных монтажных схем шлангов.

Для контроля скручивания на наружную поверхность шлангов наносят осевую цветную полосу (для шлангов с наружным резиновым слоем или хлопчатобумажной оплеткой) или осевые риски на наконечники (для шлангов с металлической оплеткой) (рис. 1.17).

Скручивание металлических и фторопластовых шлангов при монтаже не допускается.

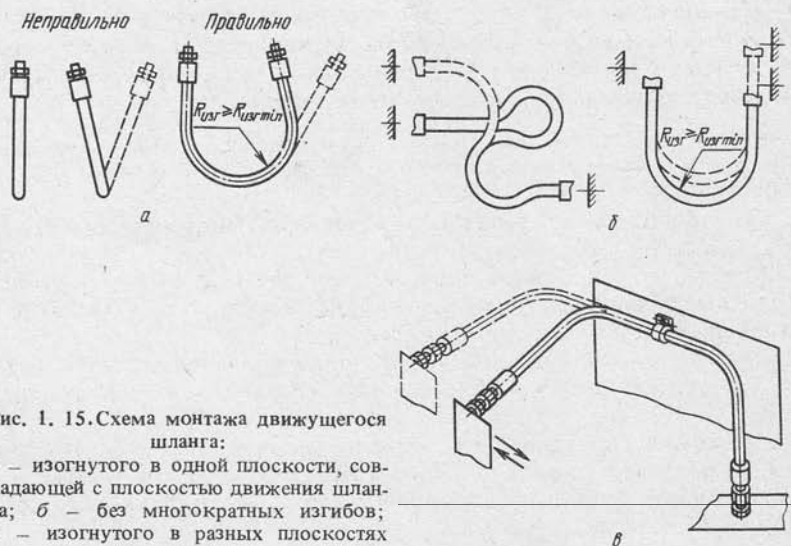


Рис. 1. 15.Схема монтажа движущегося шланга;

а – изогнутого в одной плоскости, совпадающей с плоскостью движения шланга; б – без многократных изгибов; в – изогнутого в разных плоскостях

Рис. 1. 16. Схема подсоединения шланга к жесткому трубопроводу

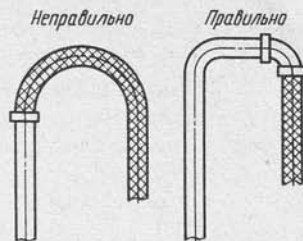


Рис. 1.17. Положение осевой полосы на рукаве (а) и риски на наконечнике (б)



Для определения истинной длины шлангов необходимо для первых пяти изделий изготовить по два комплекта рукавов большей длины, заделанных с одного конца. Второй конец шлангов заделывают после отработки эталона. После установления истинной длины эти шланги утверждают в качестве эталона.

Для шлангов, движущихся вместе с агрегатами, длину шланга проверяют во всех кинематических положениях. Натяжение шлангов не допускается.

При монтаже шлангов следует обеспечивать зазор между шлангами и конструкцией изделия или окружающими агрегатами не менее 10 мм. Этот зазор должен сохраняться при всех кинематических положениях механизмов и шлангов, находящихся под рабочим давлением.

Примечание. Допускаются зазоры и касание шланга о шланг или шланга о гладкие конструкции при наличии защитного материала на шлангах в местах касания с указанием на чертеже.

Способ защиты как от трения, так и от температурных воздействий должен быть указан на чертеже.

Не допускается крепление шлангов к соседним шлангам, агрегатам, работающим при повышенной вибрации или нагревающимся до температур, превышающих допустимые для шлангов.

Не рекомендуется соединять элементами крепления шланги низкого и высокого давления, а также крепить шланги, работающие в условиях гидроструйного удара.

Не рекомендуется закреплять шланги в верхней части каркаса с помощью одного хомута, так как в этом случае возможен резкий изгиб шланга. Шланг следует закреплять двумя хомутами или устанавливать поддерживающие ролики (рис. 1.18).

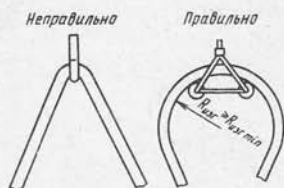
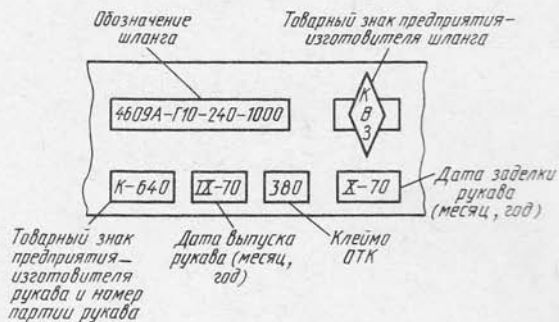


Рис. 1, 18. Схема монтажа шланга на блоке

Рис. 1.19. Пример маркировки шлангов с помощью бирки



На каждом шланге должна быть закреплена металлическая бирка (рис. 1.19), на которой указано :

- обозначение (номер чертежа, детали) шланга;
- дата выпуска рукава-заготовки предприятием-поставщиком;
- дата заделки рукава в наконечники;
- товарный знак предприятия, проводившего заделку рукава в наконечники;
- клеймо ОТК;
- товарный знак предприятия – изготовителя рукава и номер партии рукава.

На каждый шланг или группу шлангов по данным чертежа, ТУ или отраслевых руководящих технических материалов составляют рабочую карту (табл. 1.4).

При отработке эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций необходимо соблюдать следующие специальные требования к монтажу патрубков :

зазоры между патрубками, обшитыми теплоизолирующим материалом, и между теплообшивкой и неподвижными элементами конструкции должны быть не менее 5 мм, а подвижными – не менее 10 мм. Допускается местное касание теплоизоляции с неподвижными элементами каркаса и соседних монтажей, не имеющими острых кромок;

фланцевые соединения патрубков по плоскости (болтовые соединения фланцев) должны быть плотными и обеспечивать герметичность соединения;

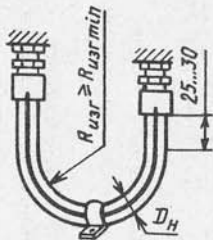
зазор между плоскостями фланцев ($S_{\text{раб}}$) должен соответствовать значению, указанному на чертеже или в технической документации на тип соединения (рис. 1.20, а).

Шифр шланга и последовательность операций	Схема монтажа	Длина прямого участка, мм	Радиус изгиба	Число крепёжных точек (колёдки, хомуты и т.п.)	Инструмент и оснастка	Угол скручивания	Примечание
---	---------------	---------------------------	---------------	--	-----------------------	------------------	------------

5У-35-15К-125-Ш-70

1. Шланг в свободном состоянии подсоединить двумя концами к штуцерам (переходникам, угольникам) и, поддерживая рукав за муфты, затянуть гайки до упора

2. Убедившись, что цветная полоса не скручена или осевые риски не смещены относительно друг друга, произвести окончательную затяжку соединений



Не менее 30

 $5d_y$

1

Ключ тарированный, шаблон, штангенциркуль

5 – 7° для шлангов длиной свыше 700 мм и диаметром до 20 мм.
Для остальных шлангов скручивание не допускается

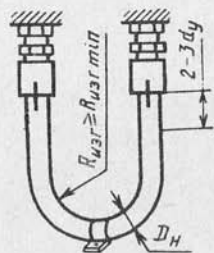
Следить за тем, чтобы осевая полоса или риски на накопечниках располагались в положении, удобном для наблюдения.

Затяжку гаек производить постепенно и последовательно с двух концов. Запрещается использовать муфту шланга как опору для второго ключа при затяжке соединения

Шифр шланга и последовательность операций	Схема монтажа	Длина прямого участка, мм	Радиус изгиба	Число крепежных точек (колдки, хомуты и т.п.)	Инструмент и оснастка	Угол скручивания	Примечание
---	---------------	---------------------------	---------------	---	-----------------------	------------------	------------

8Д4.470.134

3. Произвести контроль скручивания по цветной полосе или по осевым рискам на наконечниках

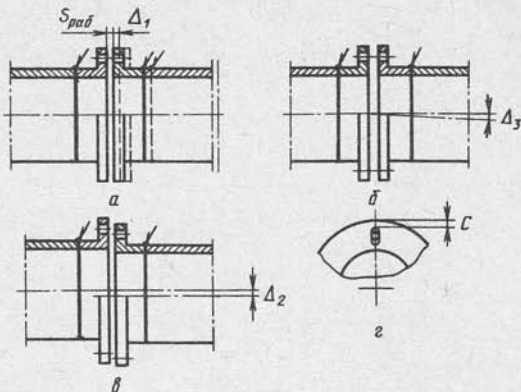
 $(2 - 3)d_y$

1

Ключ тарированный, шаблон, штангенциркуль

Скручивание не допускается

Рис. 1. 20. Монтажные неточности во фланцевом болтовом соединении патрубков: а — недотяг (Δ_1); б — перекос (Δ_3); в — несоосность (Δ_2); г — овальность отверстий



Допускается:
установка прокладок толщиной в 2 раза большей или меньшей номинального размера;
зазор ("недотяг") Δ_1 между плоскостями фланцев не более 0,2 мм (см. рис. 1.20, а);

перекос Δ_3 фланцев в пределах свободного прохождения болтов в отверстия (рис. 1.20, б);

несоосность Δ_2 , в пределах свободного прохождения крепежных болтов (рис. 1.20, в). Если отверстия под болты — овальные, Δ_2 не более 1,5 мм.

Примечание. Допускается разделка отверстий на фланце, минимальное значение перемычки $C = 3$ мм (рис. 1.20, г).

Для патрубков, имеющих телескопические соединения фланцев:

Δ_1 между плоскостями фланцев не должен превышать 0,2 мм;

перекос и несоосность не должны препятствовать свободному, без напряжения, сочленению стыкуемых поверхностей;

допускается одностороннее касание цилиндрических поверхностей фланцев при заходе одного фланца в другой (рис. 1.21);

допускается установка жгутиков размером, отличающимся от номинального не более чем на 0,5 мм;

минимальное значение зацепления должно быть не менее 1 мм.

Для патрубков с дюритовыми соединениями Δ_1 указывается в чертеже или технической документации на тип соединения (рис. 1.22, а). Допускается:

Δ_2 не более 3 мм;

местный односторонний зазор A между концом дюритовой муфты и поверхностью трубы в местахгиба без нарушения герметичности системы не более 1,5 мм (см. рис. 1.22, б);

касание торцом дюритовой муфты сварного шва патрубка (рис. 1.22, в);

непараллельность лапок хомута крепления дюритовой муфты после окончательной затяжки;

при постановке хомутов на изделии любой разворот их на муфте относительно друг друга в зависимости от условия монтажа;

зазор между лапками хомутов крепления дюритовой муфты ($2 \pm 0,5$) мм;

размер от торца дюритовой муфты до хомута (5 ± 1) мм.

При ограниченно подвижном соединении патрубков зазор между их

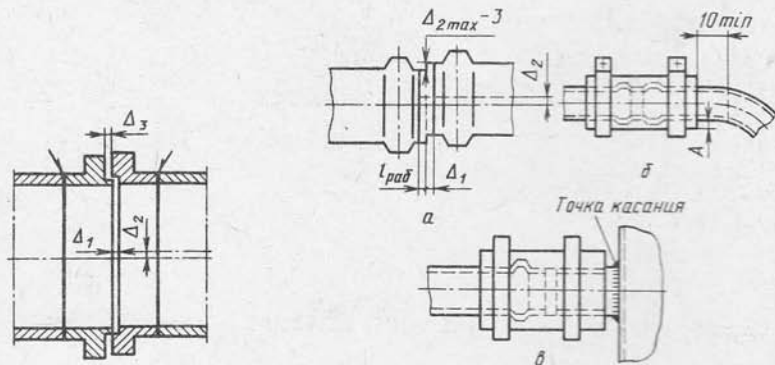


Рис. 1. 21 Монтажные неточности во фланцевом телескопическом соединении

Рис. 1. 22 Монтажные неточности при дюритовом соединении:

а – несоосность при дюритовом и муфтовом соединении; *б* – односторонний зазор в дюритовом соединении; *в* – касание торца муфты сварного шва

торцами Δ_1 должен быть не более 2 мм, а Δ_2 не более 0,2 мм (рис. 1.23, *а*). В быстроразъемных фланцевых соединениях патрубков (рис. 1.23, *б*) допускается:

зацеп *К* не более 1 мм;

Δ_1 между плоскостями фланцев не более 0,2 мм;

установка жгутиков размером, отличающимся на 0,5 мм от номинального;

Δ_2 не более 1 мм (см. рис. 1.23, *а*);

В облегченных фланцевых соединениях (рис. 1.23, *в*) допускается Δ_2 не более 1,5 мм, а плоскости фланцев должны плотно прилегать друг к другу, чтобы обеспечивалась герметичность соединения. В этом случае из-за конструктивных особенностей не допускается возникновение монтажных неточностей.

В подвижных фланцевых соединениях (см. рис. 1.23, *г*) Δ_1 должен соответствовать указанному на чертеже или в технической документации на данный тип соединения, Δ_2 не должен превышать 0,5 мм, а Δ_3 — превышать 4° .

В регулируемых фланцевых соединениях (рис. 1.24, *а*) допускается отклонение размера *l* в пределах ± 4 мм от номинального значения, в соединениях, не имеющих крепления по стыку (рис. 1.24, *б*), — в пределах ± 6 мм.

Слесари-герметизаторщики и испытатели должны быть знакомы с методами и средствами проверки прочности и герметичности трубопроводных коммуникаций.

Испытанию на прочность и контролю герметичности подвергаются все трубопроводные коммуникации в соответствии с указаниями на чертежах

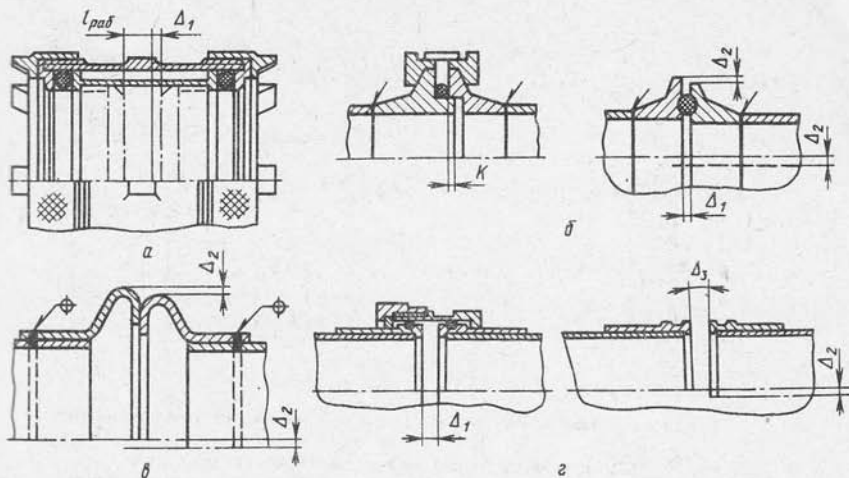


Рис. 1. 23 Монтажные неточности при ограниченно подвижном соединении патрубков (а) во фланцевых быстроразъемных соединениях патрубков (б); в облегченных фланцевых соединениях (в) и в подвижных фланцевых соединениях (г)

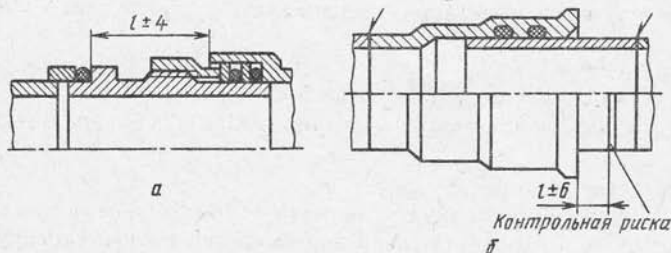


Рис. 1. 24 Монтажные неточности в регулируемых (а) и нерегулируемых (б) фланцевых соединениях, не имеющих крепления по стыку

или ТУ. При испытаниях трубопроводных коммуникаций на прочность используют рабочую жидкость (масло АМГ-10, силиконовые жидкости и др.), при контроле герметичности кислородной системы — кислород или азот, при этом следует обращать особое внимание на чистоту поверхностей труб. При проверке трубопроводных коммуникаций на герметичность нужно предусмотреть меры безопасности для предотвращения взрыва. Во время проведения указанных операций должен быть обеспечен доступ к трубопроводным магистралям для визуального осмотра их поверхностей.

Для сокращения трудоемкости испытаний разрешается совмещать операции проверки на прочность и герметичность, используя для этого рабочую жидкость; проверку герметичности следует производить при избыточном испытательном давлении, указанном на чертеже или в ТУ.

1.4. ВОЗМОЖНЫЕ ДЕФЕКТЫ И НЕИСПРАВНОСТИ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ МОНТАЖЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Как показывает статистический анализ, надежность ЛА в целом в большой степени определяется надежностью гидрогазовых и топливных систем и, в частности, надежностью трубопроводных коммуникаций.

Основными факторами, определяющими надежность трубопроводных коммуникаций ЛА, являются :

- качество изготовления и монтажа трубопроводов и патрубков;
- четкое знание основных видов дефектов и неисправностей, причин их возникновения и методов предупреждения;
- качество технологической документации;
- уровень квалификации слесарей.

При изготовлении и монтаже трубопроводных коммуникаций характерными являются следующие дефекты и неисправности.

1. Нарушение заданной формы трубопроводов :

- резкие перегибы (рис. 1.25, а);
- недопустимая (более 5 . . . 10 %) овализация, возникающая при гибке трубопроводов (рис. 1.25, б);

скручивание трубопроводов (рис. 1.25, в) из-за провертывания штуцеров при затяжке накидных гаек или при заклинивании развальцованной части трубопровода и ниппеля в гайке и их совместном провертывании.

2. Повреждения соединительных элементов трубопроводов :

смятие и обламывание (рис. 1.25, з) конической части трубопровода, возникающие при ее большой высоте;

смятие, "съедание" конической части трубопровода при неоднократных переборках соединения и чрезмерных его затяжках (рис. 1.25, д);

смятие конической части трубопровода и вырыв ее из заделки из-за чрезмерной затяжки (рис. 1.25, е);

односторонняя "вытяжка" конической части трубопровода и разрыв трубопровода в этой зоне (рис. 1.25, ж) из-за наличия в соединениях монтажных неточностей (перекоса, несоосности и натяга) .

3. Дефекты накидных гаек и штуцеров :

разрыв кромок контрольных отверстий;

смятие граней;

истирание и срез резьбы;

повреждение резьбовой поверхности штуцеров, проходников, переходников, угольников и других соединительных деталей арматуры в зоне контакта с трубопроводом (смятие, деформация внутренней поверхности канала (рис. 1.25, з), срез и смятие резьбы) .

4. Дефекты уплотнительных элементов во фланцевых соединениях патрубков.

В этих соединениях используются металлические и неметаллические (резиновые, кожаные, фторопластовые и др.) уплотнительные элементы.

К числу наиболее характерных их дефектов относятся :

смятие, срез металлических элементов уплотнения;



Рис. 1. 25. Дефекты и неисправности трубопроводных коммуникаций:

а — резкие перегибы (надломы); *б* — недопустимая овализация; *в* — скручивание трубопроводов при монтаже (затяжке) соединений; *г* — смятие (I) и обламывание конуса трубопровода (II); *д* — смятие "соединение" конической части трубопровода при неоднократных переборках соединения; *е* — смятие (I) и вырыв трубопровода из заделки (II); *ж* — односторонняя "вытяжка" (I) и разрыв конической части трубопровода (II); *з* — срез (смятие) резьбы и деформация конуса штуцера; *и* — остаточные деформации резиновых уплотнительных колец; *к* — монтажная неточность в соединении трубопровода со штуцером (вмятина на конусе (I) и следы гайки на нишпеле (II)); *л* — повреждение поверхности трубопроводов хвостовиками нишпелей

срез, повреждения, остаточные деформации неметаллических элементов уплотнения (рис. 1.25, и).

5. Дефекты гибких соединений (шлангов).

Наиболее опасными дефектами при монтаже гибких шлангов являются осевое скручивание шланга относительно заделки (для этой цели на шланге и заделке наносятся цветные риски (см. рис. 1.17)) и скручивание целиком заделки относительно штуцера, а также резкий перегиб шланга у заделки (см. рис. 1.14, в).

6. Неисправности соединений трубопроводов и патрубков в сборе.

При испытании систем на прочность, герметичность, а также при проведении монтажно-демонтажных работ могут быть выявлены дефекты, присущие только соединениям трубопроводов и патрубков в сборе :

монтажные дефекты;

негерметичность соединений и повреждение соединений;

загрязнение их внутренних полостей продуктами разрушения трубопроводов и соединительных элементов, а также попадание в гидравлические и топливные системы герметизирующих смазочных материалов;

обрыв (отсутствие) контровки;

перекос трубопровода относительно штуцера (рис. 1.25, кI);

неразвинчиваемость соединения из-за "пригорания" резьбы;

провертывание гайки вместе с трубопроводом из-за расклинивания в ней ниппеля и конической части трубопровода (рис. 1.25, кII).

Резкое возрастание трения между гайкой, ниппелем и трубопроводом может приводить к образованию надиров в зоне их контакта, к срезу материала трубопроводов и разрыву ниппеля (рис. 1.25, л).

7. Негерметичность соединений трубопроводов и патрубков (самый распространенный дефект при производстве и эксплуатации гидрогазовых и топливных систем).

Причинами негерметичности соединений могут быть :

потеря контакта в уплотняемом стыке трубопровода и штуцера из-за ослабления затяжки, усадки уплотнительных элементов (резины, фторопласта и др.) во фланцевых соединениях патрубков;

наличие на уплотнительных поверхностях различного рода повреждений;

временное расслабление стыка при тепловом ударе и др.

По характеру течи рабочей жидкости в соединении можно без его демонтажа приближенно определить причину негерметичности по следующим признакам:

а) течь рабочей жидкости или газа через резьбовое соединение гайки и штуцера или между фланцевыми соединениями, а также из-под торца гайки свидетельствует о негерметичности стыка между трубопроводом и штуцером;

б) подтекание жидкости из хвостовика ниппеля, как правило, происходит в случае возникновения сквозной трещины в зоне развальцовки, пайки или сварки и др.

8. Загрязнение внутренних полостей топливных и гидравлических систем.

В процессе изготовления и монтажа элементов трубопроводных коммуникаций возможно попадание в их внутренние полости продуктов разрушения трубопроводов и деталей соединительной арматуры. В отдельных случаях не помогает даже промывка систем и фильтрация рабочей жидкости. Поэтому основным мероприятием, предупреждающим загрязнение жидкостных систем, является устранение дефектов их элементов до монтажа. Кроме того, при небрежном нанесении герметизирующих смазочных материалов на резьбу соединительных деталей возможно их попадание в гидравлические и топливные системы, а затем и в агрегаты, что может привести к отказу последних. Накопление (или генерация) механических загрязнений в жидкостной системе при производстве ее элементов и монтаже увеличивает общее содержание механических загрязнений в рабочей жидкости, это вызывает повышенный износ и заклинивание подвижных элементов системы.

Неисправности данной группы могут быть устранены заменой агрегатов (при большом износе трущихся пар) или промывкой агрегатов, емкостей и трубопроводов с последующей проверкой их работоспособности.

1.5. УНИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Слесарь-монтажник при отработке эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций должен максимально использовать стандартные или унифицированные элементы труб или патрубков.

Для унификации и стандартизации необходимо проанализировать рабочие чертежи и монтажные схемы трубопроводных коммуникаций и классифицировать изображенные на них детали по конструктивным и технологическим признакам. После этого выбирают наиболее совершенную конструкцию или создают новую и устанавливают оптимальные типоразмеры деталей по группам [23], разрабатывают стандарт на эти элементы труб и патрубков и организуют их специализированное производство из стандартных и унифицированных элементов.

При выборе типоразмеров деталей необходимо также учитывать технологические особенности изготовления и монтажа элементов трубопровода и патрубка.

На рис. 1.26 приведены типовые унифицированные и стандартизированные элементы трубопроводов и патрубков с толщиной стенки 0,5 ... 1,2 мм. Затем на их основе разрабатывают директивные или рабочие технологические процессы на монтаж трубопроводов и патрубков.

Однако на практике невозможно обойтись только стандартными и унифицированными элементами: при компоновке трубопроводных коммуникаций необходимы оригинальные элементы. Исходя из этого предлагается следующая последовательность использования стандартных и унифициро-

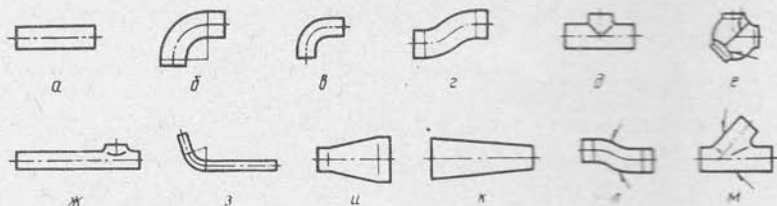
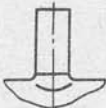




Рис. 1. 26. Унифицированные и стандартные элементы высокоресурсных трубопроводов и патрубков:

а — прямая труба или патрубок из сварных, раскатанных и цельнотянутых труб; *б* — крутоизогнутый патрубок с прямыми участками из трубной заготовки; *в* — крутоизогнутый патрубок без прямых участков; *г* — ступенчатый патрубок из трубной заготовки; *д* — тройник из трубной заготовки; *е* — сферический патрубок из листовой заготовки; *ж* — прямолинейный трубопровод с отбортовкой; *з* — длинномерный изогнутый трубопровод; *и* — переходник из трубопроводов или из листовой заготовки; *к* — конус из трубопровода или из листовой заготовки; *л* — ступенчатый штампованный патрубок; *м* — штампосварной тройник

Таблица 1. 5

Эскиз	Описание	Предпочтительность использования
	Из одного прямолинейного элемента	Обязательно
	Из одного унифицированного криволинейного элемента	"
	Из прямолинейного и одного унифицированного криволинейного элемента	Желательно
	Из двух унифицированных криволинейных элементов	"
	Из трех и более унифицированных элементов	"
	Из унифицированных элементов и оригинальных деталей	Нежелательно
	Из оригинальных деталей	В исключительных случаях

Эскиз	Описание	Предпочтительность использования
	Из прямой трубы	Обязательно
	Из криволинейной трубы или унифицированного элемента	Желательно
	Из оригинальной детали	Нежелательно
	Из конусной детали	В исключительных случаях

ванных элементов при отработке эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций (табл. 1.5).

Таким образом, при отработке эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций их следует формировать из элементов в следующей последовательности: стандартные, нормализованные, комбинированные, стандартные комбинированные и стандартные произвольные. Трубопровод стандартной или комбинированной конфигурации независимо от его диаметра имеет шифр соответствующего стандарта или нормали, на трубопровод произвольной конфигурации необходимо разрабатывать чертеж, на котором проставляют все размеры.

1.6. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

К нормативно-технической документации (НТД) относятся:

государственные стандарты — ГОСТы (являются основными документами);

отраслевые стандарты — ОСТы;

отраслевые технические материалы — РТМ;

Дополнительные графы по ГОСТ 2.104-68										По ГОСТ 3.1103-82										
Основная надпись по ГОСТ 3.1103-82																				
Наименование операции					Оборудование (наименование, модель)															
140					117															
Наименование, марка материала		Код	Код ед. велич.	Ед. изм.	Норма расхода	Наименование, марка материала		Код	Код ед. велич.	Ед. изм.	Норма расхода									
65		30	16	11	16	65		30	16	11	16									
Содержание перехода			Обозначение деталей и входящих сборочных единиц			Количество на изделие	Приспособление (код, наименование)	Ключевой ствол	Инструмент (код, наименование)		Ключевой ствол	То								
87			72			13	40	8	40		8	11								
Основная надпись по ГОСТ 3.1103-82																				

Рис. 1. 27. Типовая технологическая карта

отраслевые и государственные методические указания — МУ; технические условия — ТУ, которые разрабатываются на основе ГОСТов, ОСТов, РТМ, МУ и указываются на рабочих чертежах;

отраслевые производственные инструкции (ПИ), технические рекомендации (ТР) и методические материалы (ММ) разрабатываются головными организациями.

На основе всех перечисленных НТД разрабатываются рабочие технологические процессы, соблюдение которых является обязательным для рабочих, занимающихся монтажом, контролем и испытанием трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем ЛА.

С целью объединения однородных технологических операций для организации специализированных рабочих мест и участков, создания условий для автоматизированной разработки технологических процессов, перехода на бестекстовую технологию и машинную обработку информации с помощью кодов технологических операций и обеспечения возможности учета и поиска необходимых операций на серийных заводах разрабатывают типовые технологические процессы (ТП) и технологические карты (рис. 1.27).

Технологическая карта содержит данные:

- 1) о сборочно-монтажной единице (номер чертежа сборочной единицы, номера чертежей устанавливаемых деталей, нормалей и т.п.);
- 2) о составе и последовательности выполнения операций и переходов, а также об особенностях их выполнения (способы установки, базирования, контроля, доводочных работ и т.п.);
- 3) о составе средств оснащения (конкретные наименования и инвентарные номера, шифры (модели) оборудования, инструмента, оснастки);
- 4) о применении вспомогательных материалов;
- 5) о квалификации исполнителей;
- 6) о нормах времени и, если требуется, режимах обработки;
- 7) организационно-технические (номер цеха, участка, рабочего места и операций технологического процесса);
- 8) об изменениях технологического процесса.

В технологических картах указывают также даты оформления и фамилии (с подписями) разработчиков и лиц, визирующих и утверждающих этот документ.

Формирование технологических карт — один из ответственных этапов технологического проектирования, поскольку эти карты являются не только техническими, но и юридическими документами, регламентирующими производство гидрогазовых и топливных систем ЛА.

ГЛАВА 2

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

Основная часть производственных дефектов выявляется на входном контроле и при летных испытаниях и лишь незначительная часть — в процессе самого производства систем при проведении автономных и комплексных испытаний. К технологическим процессам монтажа, контроля и испытания гидрогазовых и топливных систем предъявляются следующие требования:

- высокое качество выпускаемой продукции;
- высокая производительность процесса и низкая себестоимость продукции, сокращение цикла изготовления трубопроводных коммуникаций, а следовательно, ЛА в целом.

2.1. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ И СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

Характерной особенностью серийного производства конструкций трубопроводных коммуникаций является возможность их расчленения на технологически самостоятельные элементы:

- монтажные узлы, которые полностью собирают на верстаке и испытывают на специальных стендах, а затем монтируют на агрегатах;
- монтажные зоны на панелях и секциях агрегатов, являющиеся частями планера;
- участки систем в агрегатах планера (фюзеляже, крыле и др.).

Расчленение трубопроводных коммуникаций на технологически самостоятельные элементы открывает широкие возможности для внедрения механизации и более совершенных технологических процессов, а также для повышения качества выполнения монтажных работ, позволяет применять в производстве разделение труда и выполнять монтажные работы параллельно на большом числе рабочих мест.

Проектирование технологически самостоятельных монтажных узлов основывается на группировании различных функциональных элементов в узлы, которые можно полностью собирать на верстаке или с применением технологического оборудования вне ЛА. Группирование функциональных элементов и образование технологически самостоятельных узлов осуществляется по принципам агрегатирования и панелирования.

Агрегатирование заключается в объединении в отдельные агрегаты различных функциональных элементов. Применительно к трубопроводным коммуникациям целесообразно объединять в единые агрегаты группы при-

боров, близко расположенных один к другому и соединенных короткими жесткими трубками.

Панелирование заключается в объединении функциональных элементов, агрегатов и межблочных коммуникаций и закреплении их на плоскостях, в качестве которых могут выступать специальные платы, а также крышки и другие съемные плоские детали планера. В результате получают самостоятельные в технологическом отношении монтажные узлы — бортовые панели. Применение метода панелирования к трубопроводным коммуникациям позволяет получить так называемые гидравлические панели, полностью собираемые на верстаке и испытываемые на специальных стендах.

Одно из главных требований к гидропанелям — это обеспечение взаимозаменяемости в местах установки монтажных панелей на планере и в местах соединения гидропанелей с другими блоками и устройствами по стыкам коммуникаций.

К особенностям трубопроводных коммуникаций относится также их рациональное размещение на ЛА.

В зависимости от конструктивно-технологических особенностей летательного аппарата и насыщенности элементами систем тех или иных отсеков ЛА необходимо производить членение фюзеляжа на отдельные зоны (районы).

Районирование систем в поперечном сечении фюзеляжа исключает возможность попадания жидкости на аппаратуру и элементы электрокоммуникаций в случае разгерметизации трубопроводов и гидравлических систем. При районировании систем в продольном сечении фюзеляжа и крыла должно быть предусмотрено размещение оборудования большими группами. Такое районирование позволяет сократить общую длину коммуникаций, облегчает монтаж, отработку и испытание систем на заводе, а также упрощает осмотр, контроль и эксплуатацию систем.

Для обеспечения подходов к соединениям, агрегатам, узлам и готовым изделиям необходимо проектировать открытые конструкции или предусматривать технологические и эксплуатационные люки, отверстия и т.п.

Немаловажным фактором организации производства является и распределение монтажных и контрольно-испытательных работ по основным цехам серийного завода.

Основной принцип рационального распределения монтажных и контрольно-испытательных работ заключается в максимальном сокращении монтажных и контрольно-испытательных работ в цехе окончательной сборки (ЦОС) благодаря рассредоточению этих работ по другим цехам и участкам завода. Это позволяет существенно расширить фронт работ, сократить цикл производства ЛА, снизить трудоемкость изготовления и повысить качество летательного аппарата. Сокращение цикла производства обеспечивается параллельным проведением монтажных работ в различных подразделениях завода.

Монтажные и контрольно-испытательные работы должны быть организованы так, чтобы элементы низшего порядка подавались на сборку эле-

ментов высшего порядка полностью законченными и проверенными.

Одним из этапов подготовки и серийного производства гидрогазовых и топливных систем является разработка директивных технологических материалов (ДТМ).

Все основные рабочие технологические процессы серийного производства ЛА и их гидрогазовых и топливных систем, ДТМ и НТИ разрабатывают на основе следующих исходных данных :

- схемы членения систем на технологически самостоятельные элементы;
- схемы конструктивных и технологических разъемов коммуникаций;
- схемы и других документов, отражающих последовательность проведения монтажных работ, а также требования на поставку отдельных элементов систем и новых материалов;

- схемы увязки шаблонно-эталонной, заготовительной, механосборочной и монтажной оснастки, обеспечивающей заданную форму, размеры и расположение элементов систем;

- перечней средств обеспечения взаимозаменяемости, основного и технологического оборудования и оснастки для выполнения монтажных работ, основных средств контроля и испытания гидрогазовых и топливных систем;

- схемы распределения монтажных и контрольно-испытательных работ по цехам завода;

- перечня новых технологических процессов, подлежащих разработке и внедрению;

- предложений по реконструкции цехов и внедрению передовых форм организации производства.

Правильно составленные ДТМ способствуют:

- обеспечению полной взаимозаменяемости элементов гидрогазовых и топливных систем по геометрическим и физическим параметрам, исключаяющей или сводящей к минимуму подбор и подгонку деталей при монтаже;

- повышению уровня механизации и автоматизации монтажных работ и тем самым увеличению надежности систем, а также снижению трудоемкости и росту производительности труда;

- повышению уровня механизации и автоматизации контрольно-испытательных работ, позволяющих выявить основную массу производственных дефектов в процессе серийного производства, а также уменьшить объем регулировочных работ.

2.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ МОНТАЖНЫХ И КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Под технологическим процессом монтажа следует понимать установку и закрепление блоков и монтажных узлов, прокладку и закрепление трубопроводных коммуникаций, соединение всех элементов во взаимосвязанные системы.

На рис. 2.1. приведена классификация монтажных работ по месту их выполнения (см. рис. 2.1, а) и по содержанию (см. рис. 2.1, б).



Рис. 2. 1. Классификация монтажных работ по месту выполнения (а) и по содержанию (б)

Объектом внестендовых (верстачных) работ являются коммуникации (электрожгуты, трубопроводы, тяги и т.д.), а также монтажные узлы (щитки, электрораспределительные коробки, приборные доски, пульты, этажерки, электрические и гидравлические панели и т.д.). Монтаж узлов заключается в установке и креплении блоков на платах, кронштейнах, схемных полках, крышах, прокладке и креплении межблочных коммуникаций, а также соединении блоков с межблочными коммуникациями. Характерной особенностью верстачных работ является то, что они выполняются вне ЛА (на верстаках).

Стеновые монтажные работы выполняются на планере ЛА (секциях и агрегатах). В соответствии с этим различают стендовый агрегатный монтаж зон и участков систем в технологически самостоятельных секциях и агрегатах планера и окончательный монтаж гидрогазовых и топливных систем на ЛА.

Относительное увеличение объема верстачных работ способствует расщеплению и более правильному распределению монтажных работ по цехам завода, сокращению цикла монтажных работ и повышению качества монтажа трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем. Увеличения объема верстачных работ можно добиться путем широкого внедрения методов агрегатирования, панелирования и районирования.

Для определения степени соответствия смонтированных гидрогазовых и топливных систем и их элементов техническим требованиям их подвергают испытанию и контролю на различных этапах производства.

На этапе конструктивно-технологической отработки и подготовки производства главная задача контрольно-испытательных работ состоит в выявлении конструктивных дефектов систем, допущенных на стадии проектирования, а также дефектов технологии производства систем.

На этапе серийного производства главной задачей контрольно-испытательных работ является обнаружение производственных дефектов, возникающих в результате нарушения технологических процессов и по другим причинам.

Первоначальной мерой соответствия смонтированной системы техническим требованиям может служить сам факт ее функционирования после

приведения в рабочее состояние, что является последней (окончательной) операцией монтажно-сборочных работ, проводимых в ЦОС.

Комплекс работ по приведению системы или ее части в рабочее состояние с целью оценки каких-либо ее свойств называется *испытанием*.

Комплекс работ по измерению, регистрации и оценке измеряемых параметров называется *контролем*.

Параметрами называются величины, характеризующие геометрические, механические, физические и другие свойства гидрогазовых и топливных систем.

Параметры систем, которые контролируются в процессе серийного производства и эксплуатации, называются *контролируемыми параметрами*.

Для выполнения комплекса контрольно-испытательных работ ЦОС должен быть оснащен специализированным оборудованием, в состав которого входят следующие стенды для:

испытаний герметичности топливной, дренажной, противопожарной и других систем;

опрессовки и испытания пневматических и гидравлических систем высокого давления;

испытания гидро- и пневмосистем низкого давления;

испытания герметичности кабин самолета;

отработки шасси, тормозов и других участков гидрогазовых и топливных систем;

проверки переходных сопротивлений при металлизации элементов систем;

отработки специальных систем.

Кроме названных, могут применяться и другие стенды. Их состав зависит от типа ЛА, его назначения и масштабов производства.

Для оценки качества контроля работы гидрогазовых, топливных и других систем ЦОС необходимо оснастить контрольными приборами и стендами, которые могут также записывать быстропротекающие и сложные взаимосвязанные процессы.

Применение ЭВМ обеспечивает автоматизацию отработки и статистического анализа отказов, что необходимо для разработки мероприятий по повышению качества гидрогазовых и топливных систем и ЛА в целом.

Окончив сборочные, монтажные, контрольно-испытательные работы, внутренние отсеки и помещения самолета очищают от стружки и посторонних предметов. После этого самолет полностью подготовлен к сдаче заказчику, за исключением кабины экипажа и тех участков, которые подлежат сдаче в процессе летных испытаний.

2.3. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ

Рабочим местом называют закрепленный за рабочим или бригадой участок производственной площади, оснащенный в соответствии с требованиями определенного технологического процесса оборудованием, инструментом, приспособлениями и т.д.

Рациональная организация рабочего места включает в себя правильную его планировку и освещение. Правильное пространственное расположение рабочего места подразумевает создание удобных подходов к нему, защиту рабочего от вредных воздействий, обеспечение безопасной работы, возможность использования естественного освещения, рациональное расположение рабочего места по отношению к другим рабочим местам.

Очень важно, чтобы рабочая поза слесаря-монтажника была удобной, от этого зависит его работоспособность и производительность труда. В зависимости от сложности монтажных работ положение тела может быть удобным, неудобным и очень неудобным, а доступ рук к месту работ — свободным и стесненным.

Зависимость производительности труда от положения тела рабочего и условий выполнения монтажно-испытательных и сборочных работ приведена в табл. 2.1.

Производительность труда также зависит от освещенности рабочего места.

На уровень работоспособности значительное влияние оказывает высота, на которой располагаются предметы и орудия труда в процессе монтажно-сборочных работ. Наиболее рациональная рабочая поза может быть обеспечена путем применения различного рода подмостков, подставок и регулируемых приспособлений.

Таблица 2.1

Вид монтажных работ	Положение тела рабочего	Доступ рук к месту выполнения работ	Производительность труда, %
Узловой и панельный монтаж в больших секциях и агрегатах	удобное	свободный стесненный	100 80 ... 95
	неудобное	свободный стесненный	70 ... 80 50 ... 65
Секционный и агрегатный монтаж	удобное	свободный стесненный	100 80 ... 95
	неудобное	свободный стесненный	60 ... 75 45 ... 55
	очень неудобное	свободный стесненный	40 ... 45 30 ... 40

Оснащение рабочих мест — это совокупность оборудования и полного комплекса инструмента и приспособлений, необходимых при выполнении работы на данном рабочем месте.

Для наиболее рационального оснащения рабочих мест составляют ведомость (специальную карту), в которой приведен перечень инструментов, приспособлений, оборудования, применяемых на каждом рабочем месте.

К средствам оснащения рабочих мест относится и организационно-техническая оснастка: верстаки, стеллажи для размещения деталей, разного рода транспортные средства и подъемно-транспортные механизмы и т.д.

При организации рабочих мест следует учитывать и необходимость подачи к ним электроэнергии и воздуха. Эта подача должна осуществляться в соответствии с правилами техники безопасности. Трубопроводы гидравлической и пневматической систем необходимо располагать так, чтобы ими было удобно пользоваться и исключалась возможность травматизма людей, а также утечки, разбрызгивания рабочих жидкостей.

Особое внимание уделяют техническому и организационному обслуживанию рабочих мест. Наиболее прогрессивной системой является плано-предупредительное обслуживание рабочих мест (ППОРМ), в основу которого положены основные принципы:

плановость обслуживания — подчинение единому графику, согласованному с оперативно-календарным графиком основного производства, регламентом работы вспомогательных служб и подразделений цеха по обеспечению рабочих мест предметами и средствами труда, технической документацией, а также осуществлением технического контроля за качеством продукции;

предупредительность обслуживания — подготовка элементов сменного задания с некоторым опережением сроков начала выполнения этого задания по оперативному календарному графику производства;

комплектность обслуживания — одновременное обеспечение рабочих мест предметами труда и всем необходимым для выполнения сменного задания.

Организация инструментально-технологического обслуживания рабочих мест обусловлена специфическими особенностями использования оборудования (стендов), инструмента и оснастки при монтажно-испытательных и сборочных работах. Инструмент постоянного пользования должен храниться у рабочих в инструментальных ящиках на рабочих местах.

2.4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЦОС. ДОЛЖНОСТНЫЕ ОБЯЗАННОСТИ СПЕСАРЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

К ЦОС предъявляют следующие требования:

наличие верхнего транспорта (кран-балки, порталного крана и др.) и свободное размещение стендов (рабочих мест) с учетом габаритных размеров ЛА и оргоснастки;

подвод электроэнергии различных номиналов и пневмопитания от заводской сети давлением 0,3 . . . 0,6 МПа с шагом не более 50 – 60 м;

свободное размещение и удобство доступа к оборудованию к испытываемому ЛА;

возможность перемещения ЛА внутри цеха и свободного проезда цехового транспорта;

особая чистота помещений (полы должны быть гладкими, люки закрыты);

расположение подсобных помещений, комплектовочных складов, мастерских и участков как можно ближе к ЛА;

подача гидрпитания на стенды с наименьшими потерями давления и расхода жидкости;

наличие подвального помещения для размещения централизованной гидростанции;

подвод гидроэнергии от централизованной насосной станции на распределительное устройство (колонку), расположенное на поверхности пола.

В зависимости от конструкции ЛА, уровня организации производства, технологической проработки монтажно-сборочных и испытательных работ, конструкции и назначения собираемых узлов и агрегатов гидрогазовых и топливных систем в ЦОС могут функционировать следующие мастерские:

по комплектации двигателей – служит для расконсервации и докомплектровки двигателей, навески двигателей на изделие, нивелировки двигателей;

по комплектации шасси – выполняет операции по сборке шасси, навеске на изделие и проверке вписываемости щитков шасси, эксцентриситета, развала колес и др.;

кислородной системы – осуществляет сборку кислородных панелей, продувку и контроль герметичности;

гидросистемы – выполняет сборку гидропанелей, промывку и контроль герметичности;

высотного оборудования – осуществляет сборку панелей высотного оборудования, продувку и контроль герметичности;

приборных досок, панелей, этажерок – выполняет операции по сборке, монтажу приборных досок, панелей, этажерок;

системы нейтрального газа – осуществляет сборку панелей, систем нейтрального газа, продувку и контроль герметичности.

Остановимся на характеристике некоторых специальностей, которые являются основными в агрегатно-сборочных цехах (АСЦ) и ЦОС [7].

Профессия слесаря — одна из древнейших профессий, зародившаяся тогда, когда человек, используя примитивный инструмент, стал обрабатывать металлы и другие материалы, превращая их в детали и простейшие механизмы. С развитием промышленности и повышением ее технического уровня наметилась специализация профессии слесаря в зависимости от вида выполняемой им работы — слесарь-сборщик, слесарь-монтажник, слесарь-герметизаторщик, слесарь-испытатель и др.

Обязанности слесаря-монтажника :

выполнение всех основных работ по монтажу и регулированию ЛА легкого типа;

установка и регулировка отдельных систем (катапультируемых сидений, люков, двигателей, топливных баков, системы управления самолетом и двигателями и т.п.) на тяжелые ЛА;

проверка взаимодействия смонтированных агрегатов и систем, проверка их работоспособности и устранение выявленных дефектов;

участие в работе бригады по отработке эталонного монтажа трубопроводов и патрубков гидрогазовых и топливных систем;

проведение необходимых технических измерений линейных размеров, давлений, моментов и т.п.;

управление стендами и приборами, их настройка и испытание;

установка деталей каркаса на герметик, испытание кабин, баков, кессонов и отсеков на герметичность.

Слесарь-монтажник должен знать: технические условия на отработку эталонного монтажа трубопроводов и патрубков, на монтаж, отработку и регулирование монтируемых агрегатов и систем; взаимодействие и принцип работы монтируемых агрегатов и систем; методы и способы испытания агрегатов и систем на герметичность с применением аппаратуры теческателей; устройство и принцип работы тарированных ключей, правила пользования точным измерительным инструментом и приборами; устройство и приемы настройки необходимых контрольно-измерительных приборов; правила пользования наземными стендами и установками для испытаний; технические условия на испытания различных систем; правила техники безопасности при монтажно-испытательных работах. Он должен иметь основные сведения по технологии ремонта деталей и узлов летательного аппарата; уметь читать сложные сборочные чертежи.

Обязанности слесаря-герметизаторщика:

герметизация изделий методом полива специальными герметиками на механической установке;

испытание изделий на герметичность газом, давлением, вакуумом и жидким топливом;

нанесение на поверхность изделий мыльной пены в момент испытаний, промывка внутренней и наружной поверхности изделий;

устранение выявленных дефектов;

ремонт арматуры мягких баков с помощью герметиков.

Слесарь-герметизаторщик должен знать: технические условия на приготовление специальных герметизирующих растворов, устройство механизмов для приготовления и применения герметиков; устройство оборудования, применяемого при испытаниях на герметичность; технологический режим испытаний на герметичность кессонов и готовых изделий газом и жидким топливом (время, величину давления или вакуума); правила хранения материалов и растворителей; способы устранения течи в топливных отсеках; правила техники безопасности при работе с высоким давлением.

Обязанности слесаря-испытателя:

подготовка испытательных стендов, установок и другого оборудования к различным испытаниям;

подготовка и монтаж на них испытываемых объектов и необходимых приборов;

проведение гидравлических и пневматических испытаний ответственных узлов больших габаритных размеров, агрегатов, емкостей, систем и изделий сложной конфигурации на прочность, герметичность под давлением до 400 МПа с применением гидросмеси бензина и масла;

снятие характеристик при испытаниях на работоспособность гидрогазовых и топливных систем и их участков с применением различного рода испытательного оборудования;

проведение испытаний на прочность и герметичность агрегатов, работающих в сложных условиях;

устранение различных дефектов, выявленных при испытаниях.

Слесарь-испытатель должен знать: технологический процесс и технические условия на испытания различных объектов, конструкцию и назначение испытываемых объектов; принципиальные схемы гидропневмостендов, гидросистем и пневмопультов; конструкцию ручных приводных прессов, различных испытательных стендов (давления, разрежения, вибрации и др.), мультипликаторов высокого давления, сложных гидросистем и правила их эксплуатации (уметь устранять дефекты в процессе испытаний); устройство и работу гидропомп, насосов, пневмопультов, воздухомеров и их взаимодействие при работе на стенде и испытываемом объекте; устройство и правила пользования всевозможными контрольно-измерительными приборами (ртутными и сетевыми манометрами, воздушными редукторами, термометрами, электросекундомерами, шкалами, показывающими усилия и т.д.); правила пользования слесарно-монтажным инструментом; устройство и назначение применяемых приспособлений; методику испытаний на прочность и герметичность; свойства сжатого воздуха; основные законы физики о газах и жидкостях; правила техники безопасности при работе на испытательных стендах высокого давления.

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОТРАБОТКА
ЭТАЛОННОГО МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

Необходимость в конструктивно-технологической отработке трубопроводных коммуникаций обуславливается:

отсутствием единых приемов отработки эталонов трубопроводов и патрубков и их контроля, обеспечивающих взаимозаменяемость элементов трубопроводных коммуникаций;

стремлением к сокращению цикла подготовки производства;

отсутствием единых требований к точностным характеристикам трубопроводов и патрубков для разных типов и модификаций изделий;

требованием сокращения затрат времени инженерно-техническими работниками на разработку и оформление чертежей, технологического процесса и другой технической документации.

Конструктивно-технологическая отработка эталонного монтажа происходит в следующем порядке:

классификация трубопроводов и патрубков по группам точности и ТУ на их изготовление и монтаж.

П р и м е ч а н и е. Классификация трубопроводов и патрубков по группам точности изложена в классификаторе нормализованных технологических процессов в разд. 4.1;

отработка эталонов (ТУ на эталоны, порядок изменения, хранения и выдачи эталонов, их контроль);

указание на состояние поставки трубопроводов и патрубков в цех-потребитель, цех сборки и в эксплуатацию (в качестве запчасти);

изготовление и контроль трубопроводов и патрубков и обеспечение их внутривзаводской и межзаводской взаимозаменяемости.

П р и м е ч а н и е. Наряду с выполнением технологических процессов производства трубопроводных коммуникаций слесари по изготовлению, ремонту и монтажу трубопроводов и патрубков, слесари-сборщики должны участвовать в работе комплексной бригады по отработке эталонного монтажа с последующим оформлением бирки на эталон трубопроводных коммуникаций.

**3.1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭТАЛОНИРОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ
КОММУНИКАЦИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Различают два основных метода увязки (отработки) эталонных монтажей (перенесения размеров и конфигураций трубопроводов и патрубков): независимый и зависимый. Зависимый метод, в свою очередь, разделяется на плазово-шаблонный (монтажный) и объемный (по макету или технологическому агрегату).

Независимый метод увязки принят в общем машиностроении и заключается в соблюдении сопряженных размеров в пределах предварительно разработанной системы допусков.

В данном случае эталон является образцовой мерой или образцовым измерительным прибором, служащим для воспроизведения, хранения и передачи единиц измерения с наивысшей степенью точности при данном состоянии науки и техники.

При этом методе все элементы, детали или узлы изготавливаются независимо друг от друга по своим размерам.

Зависимый метод увязки является основным в самолетостроении.

При этом методе увязки элементы трубопроводных коммуникаций изготавливаются путем перенесения форм и размеров с эталонов. В этом случае эталон элемента, детали узла, трубопровода или патрубка изготавливается по размерам и допускам на элементы коммуникаций трубопровода, с которыми они собираются или монтируются.

Отработка эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций зависимым методом увязки сводится, в конечном счете, к созданию эталонов трубопроводов и патрубков с учетом установки всех элементов систем (агрегатов, узлов, арматуры и др.) и перенесению размеров эталона на серийные трубопроводы.

Для обеспечения постоянства размеров и конфигурации трубопроводов и патрубков, сохранения мест крепления и обеспечения взаимозаменяемости элементов трубопроводных коммуникаций и служит эталонирование.

П р и м е ч а н и е. Прямые трубопроводы и патрубки, не имеющие отрезков, приварной арматуры и фланцевых соединений, эталонированию не подлежат.

Плазово-шаблонный (монтажный) метод увязки элементов трубопроводных коммуникаций был заимствован из судостроения и применяется в самолетостроении с 30-х годов.

Этот способ позволяет увязать бортовые системы с агрегатами планера, особенно в крыльевых отсеках и хвостовом оперении. Однако этот способ не решает всех вопросов отработки эталонных монтажей сложных участков трубопроводных коммуникаций, так как плоский плаз не дает полного представления об объемном монтаже. Поэтому создания единых эталонов при плазово-шаблонном способе можно достигнуть только при отработке монтажей непосредственно на головном и проверке их на последующих изделиях.

Плазово-шаблонный метод увязки не дает возможности своевременно обнаружить неточности, тем более их ликвидировать, и тем самым обеспечить взаимозаменяемость трубопроводов и их монтаж без напряжений.

Объемный (по макету или технологическому агрегату) метод увязки осуществляется на макетах, технологических агрегатах или на отдельных технологических отсеках фюзеляжа и характеризуется тем, что увязка и отработка монтажей ведется параллельно с монтажами серийных изделий или в период подготовки производства.

Сущность метода объемной увязки деталей планера и элементов трубопроводных коммуникаций заключается в том, что с помощью базового и объемного плаза при подготовке производства осуществляется оценка и

согласование размерных цепей деталей планера, создание на их основе размерных цепей элементов трубопроводных коммуникаций и перенос взаимосвязанных размеров на оснастку для изготовления деталей, узлов и элементов трубопроводных коммуникаций.

Этот способ обработки эталонных монтажей приемлем только для изделий легкого и среднего классов, так как технологические агрегаты и натурные макеты должны иметь размеры агрегата, а для изделий больших габаритных размеров это сделать сложно. Поэтому для обработки эталонов и увязки монтажей на объемном плазе создают масштабные макеты.

3.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭТАЛОНОВ ТРУБОПРОВОДОВ И ПАТРУБОВ

Эталоны определяют длину и конфигурацию трубопроводов и патрубков и являются дополнением в чертежу. Материал, диаметр, толщина стенки, радиусыгиба и установленная на эталоне арматура должны соответствовать требованиям чертежа.

Примечания: 1. Для трубопроводов диаметром до 14 мм из сплавов АМг или АМц эталон разрешается изготавливать из стали 20А.

2. Эталонный образец стальных патрубков допускается изготавливать из алюминиевых сплавов. При отсутствии необходимых материалов допустима замена на любой другой материал.

В целях механизации серийных процессов изготовления эталонов рекомендуется пользоваться типовыми радиусамигиба, указанными ниже, или радиусами, предусмотренными трубогибочным оборудованием:

D_n , мм	6 ... 12	13 ... 20	21 ... 27	28 ... 34	Свыше 35
R , мм	25, 30, 35, 40, 45 и т.д.	50, 55, 60, 65, 70 и т.д.	80, 85, 95 и т.д.	100, 105, 110, 115, 120 и т.д.	120, 150, 20, 250 и т.д.

Примечания: 1. Радиусыгиба даны для изготовления инструмента.

2. При выборе других радиусов они должны быть кратны 5 и 10.

Для обеспечения необходимых типовых радиусов эталоны трубопроводов необходимо изготавливать на специальных оправках (рис. 3.1).

Радиусыгиба на всех трубопроводах рекомендуется делать более $3,5 D_n$. Однако в отдельных случаях, оговоренных на чертеже, допустимы меньшие значения радиусов: $2 D_n$ — для трубопроводов диаметром до 20 мм; $3 D_n$ — для трубопроводов диаметром свыше 20 мм.

Радиус измеряют с помощью специального радиусомера или контролируют специальными шаблонами.

Ниппельное или другое соединение на эталоне должно быть выполнено в соответствии с отраслевой нормалью или чертежом.

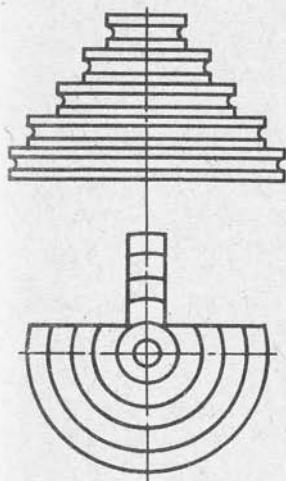


Рис. 3.1. Специальная оправка с типовыми радиусами гiba

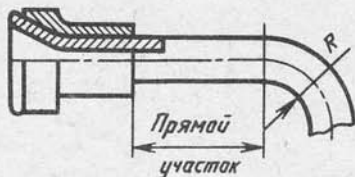


Рис. 3.2. Прямой участок на конце трубопровода

Длина l прямого участка на конце трубопровода (рис. 3.2) зависит от его наружного диаметра D_H :

D_H , мм...	до 6	8 ... 10	12 ... 14	16 ... 20	22 ... 24	25 ... 28	Свыше 30
l , мм	18	22	25	27	30	33	38

Примечание. Как исключение, допускается уменьшение длины прямого участка с указанием в таблицах на чертежах, в графе примечаний.

Окраску эталона, нанесение трафаретов, стрелок и маркировочных знаков необходимо производить в соответствии с требованиями чертежа.

На эталоне трубопровода и патрубке краской отмечают зоны, близко расположенные к элементам конструкции изделия, и зоны крепления трубопровода. Эти зоны являются местами установки фиксаторов контура на приспособлениях (рис. 3.3). Ширина кольца-зоны должна быть 2 — 3 мм.

Эталонные патрубки круглого сечения изготавливают из трубопроводов или патрубков соответствующего размера; эталоны патрубков, имеющих сечения, отличные от круглых, изготавливают из полупатрубков, сечения которых выполняются по шаблонам. Рабочие контуры шаблонов обрабатывают в соответствии с размерами, указанными на чертеже.

Для определения трасс прохождения патрубков на изделии пользуются шаблоном из проволоки или трубы из алюминиевого сплава размером 6X X1,0 мм. Для получения необходимой конфигурации допускается на трубе-заготовке делать вырезы с последующей приваркой вставок.

Запрещается приваривать вставки внахлестку. При обработке эталона патрубка для обеспечения зазора с согласия конструктора допускается подколотка с плавным переходом к основному контуру.

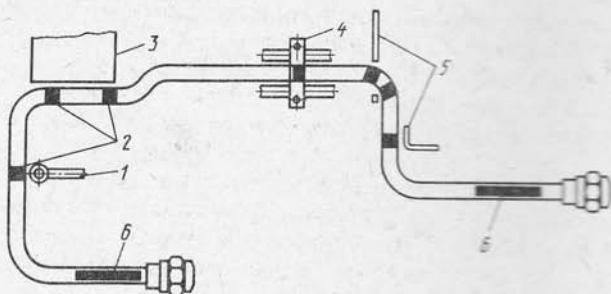


Рис. 3.3. Эталон трубопровода:

1 — подвижный элемент конструкции управления; 2 — зоны мест прохождения трубопровода через близко расположенные элементы конструкции и крепеж (наносится красная краска); 3, 5 — детали конструкции планера; 4 — колодка крепления трубопровода; 6 — места наклейки чертежного номера (наносится белая эмаль)

Наружные контуры патрубков не должны выходить за размеры, оговоренные чертежом или определенные при обработке эталона.

На эталоне запрещается делать приварные накладки, выводящие теоретический контур за пределы размеров, оговоренных чертежом.

Выступление сварных швов должно быть не более 0,5 мм. Поверхность патрубков должна быть без вмятин и выступов.

3.3. ЭТАЛОНИРОВАНИЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ И ОБЪЕМНОМ ПЛАЗЕ

Обработку и изготовление эталонов элементов трубопроводных коммуникаций по плазово-шаблонному методу выполняют по двум вариантам.

Первый вариант — изготовление эталонов непосредственно из трубы в следующей последовательности:

создается шаблон из проволоки или трубы из алюминиевого сплава размером 6×1,0 мм, определяющий конфигурацию детали;

по шаблону изготавливается труба-образец, в соответствии с которой делается макет эталона;

макет эталона ставится и уточняется не менее чем на трех изделиях; изготовленный макет из трубы устанавливается на изделия и проверяется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к эталону;

макет-трубопровод, снятый с изделия, оформляется как эталонная деталь (см. рис. 3.3);

по утвержденному эталону уточняется рабочая и контрольная оснастка и изготавливаются контрольный и рабочий шаблоны.

Второй вариант — изготовление эталона из специальных инструментальных элементов:

сначала из инструментальных элементов создается макет эталона (рис. 3.4). При необходимости из проволоки или трубы размером $6 \times 1,0$ мм изготавливают шаблон, определяющий трассу трубы;

макет эталона замеряют в координатном приспособлении;

по макету составляется программа для станка с программным управлением;

по составленной программе на станке изготавливается труба;

труба, предназначенная для эталона, устанавливается на изделия и проверяется на соответствие требованиям, предъявляемым к эталону;

после демонтажа эталон контролируют в координатном приспособлении на соответствие инструментальному макету эталона.

При обработке эталонного монтажа могут быть изготовлены эталоны не только труб, но и других деталей, если это облегчает производство трубопроводных коммуникаций и повышает их качество.

Эталон трубы, изготовленный по любому варианту, должен соответствовать техническим условиям, перечисленным в разд. 3.2.

Рассмотренные выше два варианта обработки эталонов трубопроводов применимы для цельнотянутых труб. Обработка эталонов труб сварной конструкции и цельнотянутых труб диаметром свыше 40 мм имеет свои особенности, так как этот процесс очень трудоемкий и не обеспечивает точности изготовления трубопроводов, а следовательно, и их взаимозаменяемости.

Обработку эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций на объемном плазе следует производить в следующем порядке:

установить агрегаты, арматуру и элементы крепления на имитатор каркаса планера;

проложить трассу трубопроводов из мягкого материала в отсеках (зонах) и подвести концы к установленным агрегатам. Обработать зазоры и радиусыгиба согласно чертежам, ТУ или производственным инструкциям (ПИ);

снять прутки или трубы, с помощью которых обрабатывалась конфигурация на объемном плазе, и собрать из них шаблоны труб в универсальных сборно-разборных приспособлениях (рис. 3.5);

по снятым шаблонам изготовить трубу, материал и размеры которой должны соответствовать требованиям чертежа;

установить трубу в отсеке объемного плаза, подсоединить к агрегатам и штуцерам, установленным на плазе;

произвести окончательную обработку эталонов трубопроводов, мест крепления, зазоров, радиусовгиба согласно чертежам, ТУ или ПИ;

по законченным монтажах устранить недостатки и утвердить трубопроводы в качестве эталонов;

снять эталонные трубопроводы и передать в цех-изготовитель, предварительно замерив их в координатном приспособлении и заполнив паспорт на эталон;

изготовить по эталонам шаблоны труб и оснастку для контроля трубопроводов;

Рис. 3. 4. Инструментальный макет эталона:
 1 – гайка; 2 – ниппель; 3 – законцовка;
 4 – прямолинейный элемент; 5 – конусный переходник;
 6 – втулки; 7 – изогнутые элементы трубки

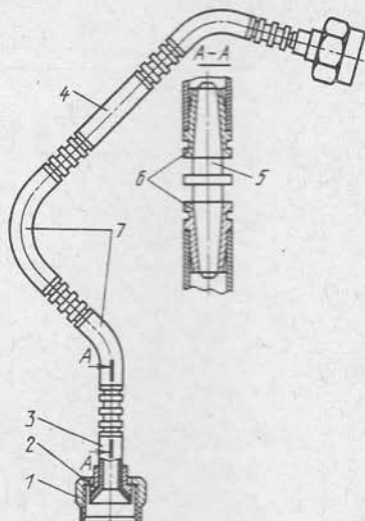
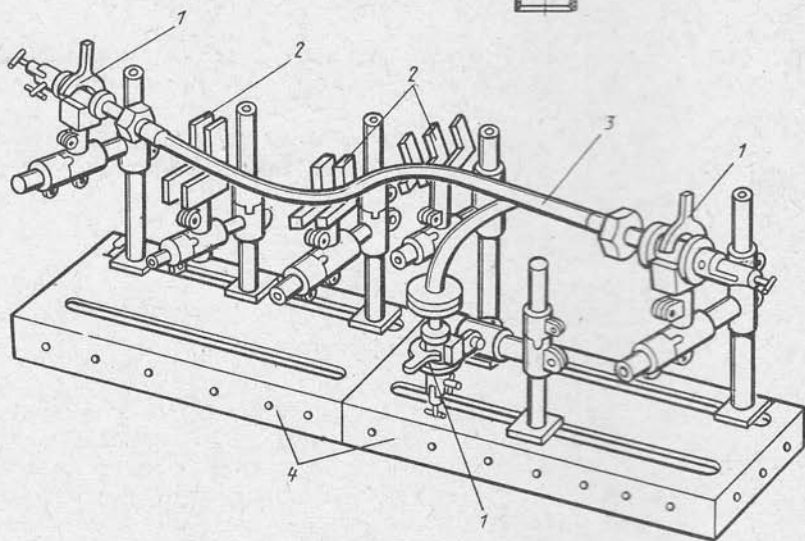


Рис. 3.5. Общий вид универсального сборно-разборного приспособления:

1, 2 – фиксаторы (1 – концевые, 2 – контура); 3 – эталонный трубопровод; 4 – основание (скрепленные между собой коробки)



изготовить комплект труб для установки на изделие;
 один комплект труб установить в отсеках объемного плаза вместо снятых эталонов;

произвести окончательную приемку и сдачу эталонных монтажей;
 по окончательно отработанным эталонам произвести корректировку чертежей, оснастки и приспособлений.

Этот способ увязки монтажей трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем ЛА является наиболее приемлемым.

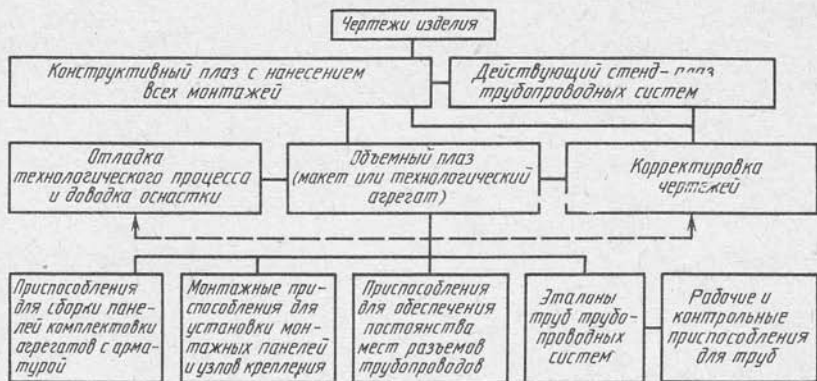


Рис. 3.6. Способ объемной увязки трубопроводных коммуникаций ЛА:
 — — согласованные размеры цепи

На рис. 3.6 показан способ объемной увязки трубопроводных коммуникаций ЛА.

Объемная увязка на макетах позволяет не производить на стадии основного производства подгоночные работы и обеспечить взаимозаменяемость трубопроводов и патрубков с первой серийной машины.

Дальнейшие этапы прохождения эталонов трубопроводов и патрубков (оформление и эксплуатация эталонов, порядок передачи эталонов в цех-изготовитель и внесение в них изменений) в данном справочнике не рассматриваются.

3.4. ВИДЫ КОНТРОЛЬНОЙ ОСНАСТКИ, ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЭТАЛОНОВ ТРУБОПРОВОДОВ И ПАТРУБКОВ

Чертежи и плазы не дают полного представления об объемной конфигурации трубопроводов и патрубков, поэтому в дополнение к чертежам и создают эталоны, которые однозначно определяют их длину и конфигурацию. Для сохранения стабильности размеров и конфигурации трубопроводов и патрубков в зависимости от группы точности при их изготовлении и монтаже применяется контрольная и технологическая оснастка, обеспечивающая взаимозаменяемость элементов трубопроводных коммуникаций.

Оснастка, обеспечивающая их изготовление по I группе точности, показана на рис. 3.5.

Универсальное сборно-разборное приспособление (УСП) состоит из оснований с установленными на нем стойками, в которые вмонтированы подвижные и неподвижные штуцера-фиксаторы. На подвижном фиксаторе имеется нониусная шкала для определения отклонения длины от номинального значения. Соосность труб достигается путем поочередного закрепления од-

Контролируемые параметры	Обозначение отклонения	Длина трубопровода, мм	Допускаемые отклонения по группам точности, мм		
			I	II	III
Длина	Δ_1	До 200	$\pm 0,50$	—	—
		200 ... 1000	$\pm 1,00$	$\pm 1,20$ на каждый конец	$\pm 1,75$ на каждый конец
		Свыше 1000	$\pm 2,00$	$\pm 1,50$ на каждый конец	$\pm 2,00$ на каждый конец
Конфигурация : по фиксирован- ным точкам в лимитирован- ной зоне	K	Любая	1,00	2,00	Не прове- ряется
			3,00	3,00	
Несоосность	Δ_2	До 500	0,50		
		500 ... 1000	1,00	Не прове- ряется	Не прове- ряется
		1000 ... 1500	1,50		
		1500 ... 2000	2,00		
		Свыше 2000	3,00		

ного конца трубопровода и проверки соосности другого. Несоосность устраняется подгибкой трубопровода в промежутках между фиксаторами контура.

Нормализованные элементы позволяют собирать универсальные сборно-разборные приспособления для трубопроводов и патрубков любой конфигурации и сокращают количество оснастки в 3 — 4 раза на единицу изделия.

Эталон считается годным и передается для производства серийных трубопроводов, если допускаемые отклонения его параметров не превышают значений, приведенных в табл. 3.1.

Эталоны патрубков, имеющих фланцевые соединения, контролируются с помощью оснастки, копирующей их положение на изделии (рис. 3.7, а, б). Значения допускаемых отклонений параметров патрубков приведены в табл. 3.2.

Положение фланца трубопровода контролируют совмещением его с плоскостью фиксатора. Значение отклонения (Δ) определяют путем замера зазора в двух диаметрально противоположных точках. Разворот (Δ_4) фланцев контролируют совмещением двух штырей на фиксаторе с отверстиями

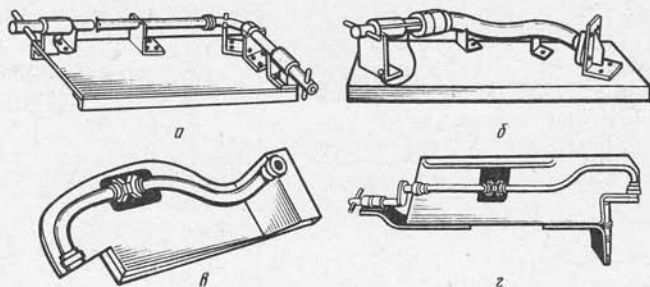


Рис. 3.7. Виды контрольной оснастки:

a – макет с концевыми фиксаторами в металлическом приспособлении на конус развальцовки; *б* – макет в металлическом приспособлении с резьбовым фиксатором; *в*, *г* – деревянный макет без концевых и с концевыми фиксаторами соответственно

Таблица 3.2

Контролируемые параметры	Обозначение отклонения	Эскиз	Допускаемые отклонения по группам точности, мм		
			I	II	III
Конфигурация в нелимитированных зонах	K_1		± 2,00	± 2,00	± 3,00
Конфигурация в лимитированных зонах	K_2		± 1,00	± 1,00	± 1,00
Положение фланца	Δ_1		0,30	0,60	—
	Δ_2		0,15	0,30	—
	$\Delta = \Delta_1 = \Delta_3$		0,20	0,40	—
	Δ_4		0,15	0,30	—
Положение штуцера	Δ_1		± 0,50	± 1,00	—
	Δ_2		0,50	1,00	—
Положение арматуры телескопического и дюритового соединения	Δ_1		—	± 1,00	± 1,50
	Δ_2		—	1,00	1,50

во фланце. Несоосность Δ_2 фланцевого соединения следует проверять только при отсутствии крепежных отверстий во фланцах.

Положение стыковых точек трубопроводов, имеющих развальцованное соединение, контролируют путем навинчивания резьбового фиксатора (для труб I и II групп точности); по совпадению плоскостей торца развальцовки и фиксатора (для труб III группы точности).

Положение стыковых точек трубопроводов, имеющих зиговку, телескопическое, паяное или другие виды соединений, проверяют с помощью рабочего фиксатора путем замера соосности и длины по торцевым плоскостям.

Конфигурацию и длину эталонов трубопроводов II группы точности контролируют по деревянному макету, рабочая поверхность которого выполнена по эталонной детали без концевых фиксаторов (рис. 3.7, в), с концевыми фиксаторами (рис. 3.7, г), с концевыми фиксаторами в металлическом приспособлении (см. рис. 3.7, а), а сварной патрубков в металлическом приспособлении с фиксатором по торцам (см. рис. 3.7, б).

При этом трубопровод должен вписываться в контур приспособления (макета); зазор между ним и рабочими поверхностями приспособления не должен превышать 1 мм; длина трубопровода проверяется по совмещению его торца с торцом приспособления (макета), отклонение должно быть в пределах $\pm 1,0$ мм на один конец.

Эталонные трубопроводы по III группе точности контролируются методом визуального сравнения (наложением) серийной детали с эталоном или контрольным шаблоном.

Допускаемое смещение по конфигурации при длине трубопроводов до 500 мм — не более 2 мм, при длине свыше 500 мм — не более 3 мм. Отклонение длины — не более $\pm 1,5$ мм на один конец.

П р и м е ч а н и е. Трубопроводы кислородной системы размером $5 \times 1,0$ мм разрешается подавать в прямом виде для их установки на ЛА.

В приспособлениях для сборки патрубков II и III группы точности, не имеющих приварной арматуры по торцам, допускается не устанавливать концевые фиксаторы, положение обреза контролировать по фиксатору контура. Неплоскостность торцов при этом должна быть не более 0,5 мм.

Положение кронштейнов, приваренных к патрубку, контролируют в приспособлении с базированием по отверстиям кронштейнов.

3.5. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ ЭТАЛОННОГО МОНТАЖА

Обеспечение взаимозаменяемости трубопроводов и патрубков заключается в сопряжении стыкуемых элементов при минимальных монтажных напряжениях (неточностях), вписываемости трубопровода в компоновку систем и обеспечении герметичности соединений независимо от метода конструктивно-технологической обработки трубопроводных коммуникаций и

является ответственной операцией при производстве гидрогазовых и топливных систем. Эту операцию должны выполнять высококвалифицированные слесари-монтажники или слесари по изготовлению и ремонту трубопроводов. После отработки эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций, которая тесно связана с обеспечением взаимозаменяемости, необходимо заполнить технологическую карту (см. рис. 1.27), которую подписывают слесарь-монтажник, сотрудник бюро взаимозаменяемости и эталонирования трубопроводных коммуникаций, контрольные мастера цеха-потребителя и цеха-изготовителя трубопроводов и патрубков, а также технологи этих цехов.

Определяющим фактором повышения уровня взаимозаменяемости является выбор баз координации и сохранение их единства для всех звеньев размерной цепи.

В результате правильного выбора баз можно добиться сокращения влияния отклонений, возникающих при сборке планера, на размерную цепь трубопроводных коммуникаций. Для решения данной задачи предусматривается переход от баз планера к монтажным, что позволяет четко задать размер между стыкуемыми элементами трубопроводов и патрубков.

В зависимости от точности и места установки трубопроводы и патрубки классифицируют по трем группам точности. Группа точности указывается на чертеже или в таблицах.

Аналогично по группам точности классифицируют все звенья размерной цепи. Группы точности всех звеньев размерной цепи указываются на чертежах планера.

Рекомендации по выбору баз в зависимости от конструктивно-технологического размещения трубопроводной коммуникации приведены в табл. 3.3.

Для обеспечения взаимозаменяемости при компоновке трубопроводных коммуникаций следует предусматривать возможность применения следующих конструктивных компенсаторов:

радиально-шарнирного соединения или уравновешенных компенсаторов (см. рис. 1.7; 1.9);

Таблица 3.3

Размещение трубопроводных коммуникаций	Точки подсоединения трубопроводных коммуникаций на изделия
На одной детали планера (обшивке, стенке, траверсе) На сборочном узле (рамах, панели, сборочной балке) В одном отсеке В разных отсеках В зоне конструктивно-технологических разъемов В зоне стыка с двигателем На съемных агрегатах	Взаимосвязанные координаты точек Базы узла Фиксаторы оснастки Монтажные базы Стыковые узлы Узлы навески двигателей Крепежные точки

телескопического или дюритового соединения (см. рис. 1.8, 1.12); специального вкладыша, толщина которого подбирается в зависимости от величины фактического зазора, полученного при сборке.

Например, в процессе обработки трубопроводных коммуникаций определяют размер замыкающего звена, равный 20 мм, при этом компенсирующие вкладыши изготавливаются соответственно размером 18, 19, 21, 22 мм; увеличивают диаметр отверстий под штуцеры, крепежные элементы агрегатов и фланцев на 2 – 3 мм в целях возможности их регулировки при установке; вводят в трубопроводную коммуникацию, состоящую более чем из двух трубопроводов и патрубков, один трубопровод III группы точности в качестве компенсирующего звена.

Взаимозаменяемость трубопроводных коммуникаций зависит также от правильного назначения технологических средств выполнения каждого звена размерной цепи.

Точность сборки трубопроводов и патрубков обеспечивается рабочей или контрольной оснасткой с фиксаторами контура по лимитированным зонам и концевыми фиксаторами, имитирующими положение стыковых точек на изделии.

Основным условием обеспечения стабильности мест установки элементов систем на изделии является размещение фиксаторов двух смежных точек в одном стапеле, при невозможности выполнения этого условия необходимо разрабатывать специальные приспособления с монтажной базой.

Вывод коммуникационных разъемов по стыку агрегатов выполняется калибрами с базой на стыковые узлы агрегата планера.

В монтажной зоне трубопроводные коммуникации прокладывают в следующей последовательности:

- коммуникации, заканчивающиеся трубами (патрубками), предназначенными для обдува агрегата;
- коммуникации больших диаметров (от большего к меньшему);
- коммуникации смежно размещенные с подвижными агрегатами и узлами конструкции.

При формировании коммуникаций из конструктивно-технологических соображений следует придерживаться следующей последовательности: коммуникация, состоящая из одной трубы (патрубка) (рис. 3.8, *а*); коммуникация, состоящая из нескольких труб (патрубков), соединенных между собой (рис. 3.8, *б*);

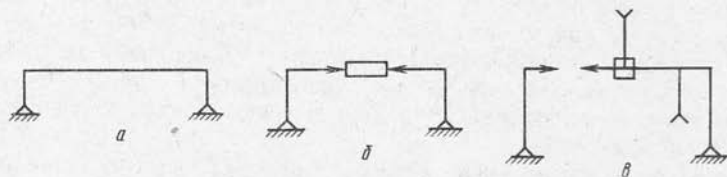


Рис. 3.8. Виды коммуникаций:

а – из одной трубы; *б* – из нескольких труб; *в* – с ответвлениями

коммуникация, в составе которой имеются ответвления (рис. 3.8, в). При наличии в коммуникации нескольких коллекторов целесообразно сосредоточить ответвления на одном коллекторе.

Последовательность компоновки трубопроводных коммуникаций определяется в процессе отработки эталонных монтажей и должна быть указана в технологическом процессе монтажа и контроля гидрогазовых и топливных систем. Это значительно сокращает число не взаимозаменяемых трубопроводов и патрубков, так как при необходимости всегда дорабатывается только замыкающий трубопровод или патрубок.

Требования, предъявляемые к трубопроводным коммуникациям, приведены в разд. 1.3. Если по конструктивным соображениям удовлетворить эти требования невозможно, то необходимо указание конструктора на чертеже или в ТУ.

ГЛАВА 4

МОНТАЖ И КОНТРОЛЬ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

4.1. КЛАССИФИКАТОР НОРМАЛИЗОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОНТАЖА И КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ПАТРУБКОВ

Необходимость создания нормализованного технологического процесса, направленного на повышение качества монтажа трубопроводов и патрубков всех систем, обуславливается:

отсутствием единых приемов установки трубопроводов и патрубков и их контроля;

отсутствием единых технологических процессов для различных типов и модификаций изделий;

разнообразием технологических процессов монтажа в связи с большой номенклатурой трубопроводов и патрубков, отличающихся видом заделки и конфигураций;

необходимостью сокращения затрат на выполнение монтажа трубопроводов и патрубков.

Нормализованный технологический процесс основан на классификации труб и патрубков по группам точности. Группы точности трубопроводов определяются условиями их работы на изделии (наличием пульсации и гидроударов жидкости, вибрации, зоной расположения труб и т.п.); жесткостью труб (длиной, маркой материала, диаметром, конфигурацией); видом соединения и жесткостью опор. Группа точности указывается на чертеже или в таблицах.

Нормализованным технологическим процессом монтажа трубопроводов и патрубков пользуются технологи, слесари-монтажники и работники контрольного аппарата приемки.

Варианты технологического процесса монтажа трубопроводов и патрубков разработаны для всех этапов производства различных типов и модификаций изделий.

Нормализованный технологический процесс состоит из классификатора, обобщающего все варианты в единую схему (табл. П.1 ... П.13); типовых технологических карт; карт приемки.

Классификатор и сборник нормализованных технологических процессов являются рабочими документами для технологов при выборе варианта монтажа трубопроводов и для исполнителя (слесаря-монтажника) при выполнении работ.

Данные в картах приемки вводятся взамен технических условий конструкторского отдела и являются рабочим документом для работников приемки.

Внесение в нормализованный технологический процесс изменений оформляют листом изменения технологии по установленной на заводе форме. Нормализованный технологический процесс состоит из 14-ти технологических карт и четырех карт приемки.

Технологические карты отличаются в зависимости от:

вида соединения (фланцевого, ниппельного, дюритовой муфтой и т.п.), указанного в чертеже;

положения труб на изделии (между жестко расположенными штуцерами и незакрепленным проходником, угольником и т.п.), определенного монтажной схемой.

Каждая технологическая карта содержит один или несколько вариантов исполнения монтажа. Вариант выбирают в зависимости от конструктивного исполнения трубопровода, вида соединения и конфигурации (прямые, Г-образные, дугообразные и др.), определяемых эталоном.

Входящие в нормализованный технологический процесс карты приемки применяются при контроле всех вариантов исполнения монтажа.

Первая карта приемки применяется при контроле трубопроводов или патрубков с приварной арматурой; вторая — трубопроводов или его участков с ниппельным соединением; третья — телескопических и дюритовых соединений; четвертая — подсоединения гибких шлангов или сифонов.

В связи с высокими требованиями, предъявляемыми к монтажу труб и патрубков, к выполнению данной работы следует допускать рабочих и контролеров, прошедших курс подготовки, а именно:

изучивших технологические рекомендации, изложенные ниже;

изучивших нормализованный технологический процесс;

освоивших практические приемы и способы выполнения монтажа и контроля;

имеющих аттестационное удостоверение о допуске к работам по данному профилю.

Трубы и патрубки выдаются из цехового склада на рабочие места согласно монтажной или рабочей технологической карте на монтаж трубопроводов и патрубков в строгой последовательности их календарного поступления из цеха изготовителя.

4.2. ОФОРМЛЕНИЕ НОРМАЛИЗОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОНТАЖА И КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ И ПАТРУБКОВ

Вариант монтажа и контроля трубопроводов и патрубков указывается в технологическом процессе на монтаж систем.

При наличии в монтаже большого числа труб к технологическому процессу монтажа целесообразно приложить рабочую технологическую карту на установку труб (табл. 4.1).

Номера технологической карты и варианта исполнения, а также карты приемки и варианта контроля записывают на бирке эталона, в рабочей технологической карте и на трубопроводе двумя дробями (рис. 4.1).

Например, в рабочей технологической карте записано: установить трубу № 84-531110-221 по I-2/3-2/4. Это значит, что трубопровод относится к I группе точности; первая дробь 2/3 указывает, что технологическая карта № 2, вариант исполнения № 3; вторая дробь 2/4 означает: карта приемки № 2, вариант контроля № 4.

Информацию о технологии изготовления и контроля наносят на трубопровод или патрубок одновременно с указанием чертежного номера в соответствии с информацией на бирке эталона.

В классификатор, технологические карты и карты приемки могут быть внесены листком изменения технологии по принятой на заводе форме дополнительные варианты, не предусмотренные данным технологическим процессом.

Руководствуясь технологической (директивной) картой (см. табл. 4.1) и классификатором нормализованного технологического процесса монтажа и контроля трубопроводов и патрубков:

конструкторы ОКБ, СКО отмечают на чертежах позиции, подлежащие плазовой проработке до эталонного монтажа, а затем наносят координаты элементов систем, положение которых определяется эталонной отработкой монтажа;

конструкторы-плазовики проводят плазовую проработку;

технологи-планировщики составляют маршрут и планировки, определяющие состояние поставки в соответствии с объемом, указанным в технологической карте;

ведущие технологи определяют номера технологических карт на монтаж элементов трубопроводных коммуникаций; базы монтажной оснастки, этапы и место ее установки (стапель, отсек, агрегат).

Все указанные документы являются основными при разработке серийного технологического процесса монтажа и контроля трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем.

Распределение монтажных работ между цехами, выбор оборудования, устанавливаемого на изделия, вида монтажа, отработки и контроля систем оборудования определяются директивной и рабочей технологией и должны обеспечить минимальные сроки сборки и испытаний агрегатов самолета;

Таблица 4.1

Цех	0	Рабочая технологическая (директивная) карта на монтаж труб и патрубков				Число листов	1		
Мастерская	0					Лист	1		
Тип изделия	00	Основание запуска				Монтаж № 000—00			
Последовательность установки тру- бопровода	Номер ус- танавли- ваемой трубы или патрубка	Число труб или пат- рубков на изделии	Номер сбо- рочного чертежа	Номер карты и варианты		Примечание	Внедрено	Ограни- чено	Норма времени, мин
				исполне- ния	контроля				
1	100	1	000—0/0	3/2	2/2	10.12.86 г.			
	102	1	000—0/0	"	"				
2	101	1	000—0/0	2/4	2/4				
3	103	1	000—0/0	2/1	2/1				

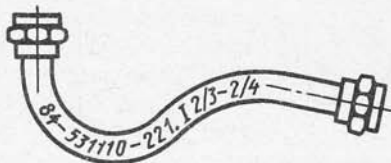


Рис. 4. 1. Пример маркировки трубопровода или патрубка

надежность и безотказность действия всех систем, достигаемые путем тщательного и многократного регулирования и проверки на разных стадиях монтажных работ; наименьшую трудоемкость монтажных работ, регулирования и испытаний.

Размещение отдельных систем по отсекам на стадии сборки агрегатов позволяет проводить предварительный контроль, испытание систем и поставлять агрегаты (Ф1, Ф2, Кр) на окончательную сборку в законченном виде. Поэтому рекомендуется выполнять большинство монтажных работ в АСЦ и ЦОС.

4.3. ПОДГОТОВКА К МОНТАЖУ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Все емкости, баки и агрегаты гидрогазовых и топливных систем, изготовленные на заводе-потребителе и поступившие с заводов-поставщиков, перед постановкой на изделие нужно расконсервировать по требованию паспорта ГИЗ, протереть бензином Б-70 [12] на специальных стендах в специальном помещении, а затем продуть сухим сжатым воздухом.

Емкости, баки и агрегаты должны подаваться на сборку с заглушенными и опломбированными штуцерами и с отметкой в паспорте о проведенном контроле.

После наружной расконсервации заглушки следует отвернуть на 2/3 высоты резьбовой части штуцера и осторожно удалить смазочный материал со штуцера обтирочной замшей [15], смоченной в чистом бензине, после чего заглушки снять, слить рабочую жидкость из внутренней полости агрегата и вновь навернуть заглушки.

П р и м е ч а н и е. При соответствующих указаниях на агрегаты в ТУ или на чертежах внутреннюю расконсервацию агрегатов производить 2- или 3-кратной прокачкой чистой рабочей жидкости.

Агрегаты, хранящиеся менее трех месяцев, разрешается устанавливать на изделие с консервирующей жидкостью.

Перед установкой агрегатов, емкостей, готового оборудования на изделие следует проверить: отсутствие внешних дефектов и консервирующего смазочного материала на наружных поверхностях; наличие клейм ОТК и паспорта, заглушек и пломб; совпадение номера агрегата с номером, указанным в паспорте.

При установке на изделие кислородных баллонов обязательно проверяют срок их очередного гидротестирования инспекцией котлонадзора.

В зависимости от требований к дальнейшему ведению технологическо-

го процесса (промывки и испытаний), согласно указаниям технической документации, вместо рабочих фильтров при монтаже гидравлических систем должны быть установлены технологические фильтры, а вместо некоторых рабочих агрегатов могут устанавливаться макеты этих агрегатов.

Примечание. При демонтаже технологических фильтров и макетов агрегатов необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить смонтированные системы.

Перед началом работы необходимо удалить все посторонние предметы из зоны прокладки трубопроводов и монтажа агрегатов, проверить отсеки и участки планера, трубопроводы и гибкие шланги, элементы крепления (колодки, хомуты, кронштейны, проходники, угольники и др.), агрегаты и емкости, поступающие на монтаж, на соответствие требованиям, изложенным в разд. 1.3.

Всю арматуру и элементы крепления следует расконсервировать и промыть в чистом бензине [12] или уайт-спирите [14], после чего просушить подогретым сжатым воздухом [28]. Элементы крепления и арматуру, не подвергавшиеся консервации, не промывают. Дюритовые муфты также необходимо расконсервировать и промыть в чистом бензине или уайт-спирите.

Концы трубопроводов кислородной системы и их арматуру промывают спиртом-ректификатом [18] и продувают азотом через стенд, аналогичный стенду, применяемому при продувке воздухом [28].

Трубопроводы и патрубки должны поступать со склада с закупоренными концами, при этом необходимо проверить:

наличие клейма или целостность пленки при закупорке труб методом твердой консервации в заготовительном цехе;

наличие чертежного номера или маркировки, нанесенных краской на поверхности трубопровода.

Трубопроводы и патрубки, находящиеся на производственном участке, должны храниться на монтажных столах или на стеллажах. При хранении не допускается соприкосновения их между собой и с другими металлическими деталями.

Все трубопроводы и патрубки перед установкой их на изделие должны быть раскупорены. Те трубопроводы, которые не продуваются после их монтажа на изделия, следует продуть сжатым воздухом (трубопроводы кислородной системы продувают азотом). Трубопроводы гидросистем перед их подсоединением не продувают.

Перед нанесением смазочного материала на резьбовые элементы соединения (штуцеры, переходники, угольники, крестовины, болты, винты и т.п.) необходимо снять заглушки, колпачки или другие средства изоляции, а резьбу тщательно протереть обтирочной замшей или миткалевой салфеткой, смоченной в бензине Б-70 или уайт-спирите.

Резьбовые соединения кислородной системы протирают салфеткой, смоченной в спирте-ректификате.

Примечание. При изготовлении и сборке агрегатов и узлов следует удалить ранее нанесенный на резьбовые элементы соединений смазочный материал.

4.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МОНТАЖА ТРУБОПРОВОДОВ, ПАТРУБКОВ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

При монтаже трубопроводов, патрубков, колодок, хомутов, перемычек металлизации необходимо выполнять требования, изложенные в разд. 1.3.

Перед прокладкой трубопроводов необходимо проверить крепления основания колодок и агрегатов, установленных при сборке планера, а также проверить правильность положения обеих частей крепежной колодки относительно друг друга, наложив зажим на основание. При нескольких зажимах правильность комплектования колодки проверяют по цифровой маркировке.

Для предотвращения разрушения трубопроводов по границам колодок в местах их зажима элементы крепления трубопроводов устанавливают с прокладками. В качестве прокладок под хомуты или колодки следует ставить разъемные втулки из фторопласта, которые снижают напряжение при одной и той же нагрузке в 3 — 4 раза и более равномерно распределяют его по диаметру, или резиновые прокладки в колодках, которые исключают пережатия трубопроводов.

Монтаж трубопроводов с промежуточными креплениями колодками рекомендуется вести в следующей последовательности:

закрепить концы трубопровода, наворачивая от руки накидные гайки до упора;

предварительно закрепить усилием руки одну из средних промежуточных колодок;

отвернуть на 0,5 — 1 оборот накидные гайки;

окончательно закрепить последовательно промежуточные колодки, измеряя неточности на каждом монтируемом участке;

отвернуть полностью накидные гайки и проверить неточности монтажа по отходу трубки от штуцера. Если неточности лежат в допустимых пределах, окончательно затянуть гайки.

Последовательность монтажа зависит от того, к какой группе точности относятся монтируемые трубопроводы. Если трубопроводы относятся к одной группе точности, то монтаж ведут в любой последовательности. Если трубопроводы относятся к различным группам точности, то монтаж следует начинать с трубопровода, имеющего более высокую группу точности.

Монтажные неточности можно компенсировать в соответствии с требованиями, изложенными в гл. 1 (см. рис. 1.6 . . . 1.11); в качестве замыкающего звена рекомендуется выбирать трубу, позволяющую компенсировать неточности (труба с компенсационными карманами или труба более низкой группы точности).

Монтаж Г-образных или близких к ним по конфигурации трубопроводов без промежуточных колодок рекомендуется начинать со стороны длинного плеча, а затем закреплять более короткое плечо.

Допускаемые значения монтажных неточностей Δ_1 и Δ_2 в соединениях для прямых стальных и титановых трубопроводов, не имеющих точек креп-

Таблица 4.2

D_H , мм	Допускаемое значение Δ_1 , мм, при длине l , мм						
	до 200	201 ... 250	251 ... 300	301 ... 350	351 ... 400	401 ... 450	Свыше 450
6 ... 20	0,15	0,20	0,25	0,30	0,31	0,40	0,50
Свыше 20	0,05	0,10	0,15	0,20	0,20	0,25	0,25

Таблица 4.3

D_H , мм	Допускаемое значение Δ_2 , мм, при длине l , мм								
	До 100	101 ... 150	151 ... 200	201 ... 250	251 ... 300	301 ... 350	351 ... 400	401 ... 450	Свыше 450
6 ... 8	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	8,00	9,00
10 ... 12	0,30	0,80	1,50	2,00	3,00	3,50	4,50	5,00	6,00
14 ... 16	0,20	0,70	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00
18 ... 20	0,10	0,20	0,50	0,70	1,00	1,50	2,00	3,00	4,00
Свыше 20	0,05	0,10	0,25	0,40	0,50	0,70	1,00	1,20	1,50

Примечания: 1. В табл. 4.2, 4.3 приведены допускаемые несоосности соединений для труб I группы точности. Для расчета допускаемых значений монтажных неточностей труб II и III групп точности вводится поправочный коэффициент 1,5 и 2,0 соответственно. Допускается увеличение значения одной неточности, если значение другой неточности меньше допускаемого.

2. Для трубопроводов с криволинейными участками (изогнутых в одной или нескольких плоскостях) допускаемые значения монтажных неточностей могут быть несколько выше, чем для прямолинейных, так как они меньше влияют на величину монтажных напряжений (σ_M), чем в прямолинейных трубопроводах.

ления между штуцерами, и трубопроводов с прямым участком от точки крепления (колодки, хомуты) до штуцера приведены в табл. 4.2 и 4.3 (рис.4.2).

Допускаемые значения монтажных неточностей Δ_1 для соединений трубопроводов длиной l из алюминиевых сплавов с одним подсоединенным концом, проложенных в гнезда незатянутых колодок, приведены в табл. 4.4 и ниже:

l , мм	До 500	Свыше 500
Δ_1 , мм, не более для конфигураций трубопровода:		
прямой	0,5	1,5
с одним или несколькими изгибами	1,0	2,0

Для стальных и титановых трубопроводов всех систем, кроме гидравлической, допускаются большие значения монтажных неточностей, которые указываются на чертежах, в ТУ или ПИ.

Рис. 4. 2. Монтажные неточности свободного конца трубопровода:

- 1 — трубопровод (расстояние l от изгиба до свободного конца не менее 50 мм);
2 — штуцер; 3 — колодка

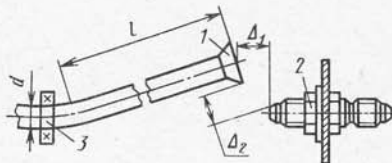


Таблица 4.4

D_H , мм	Допускаемое значение Δ_2 , мм, при длине l , мм						
	До 100	101 ... 150	151 ... 200	201 ... 250	251 ... 300	301 ... 350	Свыше 350
До 6	Не ограничена						
6 ... 8	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
10 ... 12	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
14 ... 18	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
18 ... 40	0,50	0,70	1,10	1,50	1,90	2,30	2,70
Свыше 40	0,30	0,40	0,60	0,85	1,10	1,35	1,60

Если неточности Δ_1 , Δ_2 превышают допускаемые значения не более чем в 2 раза, необходимо снять трубку, произвести незначительную подгибку на прямолинейных участках и в местах, достаточно удаленных от мест крепления, и снова установить трубку.

Примечание. Трубопровод с завышенными неточностями следует предъявить мастеру группы, который должен определить место и размер подгибки.

В АСЦ и ЦОС помощью специальных оправок (рис. 4.3) или резиновых валиков, предохраняющих трубопроводы от возникновения дополнительных напряжений в зонах их крепления, можно подгибать стальные трубопроводы (12Х18Н10Т, 20А и др.), трубопроводы из титановых сплавов, алюминиевых сплавов с наружным диаметром до 20 мм; из медных сплавов любых диаметров (для кислородной системы).

Примечания: 1. Категорически запрещается производить подгибку трубопроводов в местах их подсоединения и в зоне крепления.

2. Запрещается подгибать трубопроводы напорных участков гидросистем (от насосов до командных механизмов).

Трубки, снятые с изделия и отправленные в цех-изготовитель, должны подгибаться в соответствии с технологией их изготовления или с помощью специальных оправок и приспособлений, исключающих возникновение дополнительных напряжений в процессе подгибки изогнутых участков трубопроводов (см. рис. 4.3).

При соединении трубопроводов запрещается подгибка трубопроводов на изделии с помощью различных воротков или ключа.

Перед окончательным закреплением соединений трубопроводов необходимо смазать резьбовые элементы. Тип смазочного материала выбирают

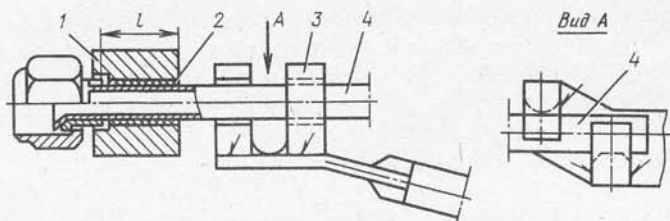


Рис. 4. 3. Схема подгибки трубопроводов в местах их соединения и в зоне крепления: 1 – быстроразъемная оправка; 2 – фторопластовая прокладка; 3 – приспособление для подгибки трубопроводов; 4 – трубопровод

в зависимости от назначения трубопроводных коммуникаций и других факторов (табл. 4.5).

Во избежание попадания смазочного материала во внутренние полости каналов его не нужно наносить на первые 2 – 3 витка резьбы, перед смазыванием накрутить накидную гайку на 1,5 – 2 витка резьбы; при соединении трубопроводов с помощью дюрита торцы смазывать не следует.

Таблица 4.5

Вид смазки	Назначение смазки по ТУ	Примечание
Уплотнительная [22]	Для резьбовых соединений спирто-, глицирино-, водо- и воздухопроводов	Рекомендуется для стальных резьбовых соединений
Масла : АМГ-10 [21]; 7-50С-3 [34] НГЖ-4	Для резьбовых соединений гидросистем	То же
Консистентная ЦИАТИМ-201 [19]	Для механизмов, работающих с малым усилителем сдвига при повышенных и низких температурах	Рекомендуется для шарнирных соединений, а также для резьбовых соединений из алюминиевых сплавов
ПФМС-4с	Для всех резьбовых соединений, работающих при температуре до 400 °С	Рекомендуется для шарнирных соединений
Грунт АЛГ-14	Для грунтовки деталей из алюминиевых сплавов и стали, работающих при температуре до 200 °С	Рекомендуется наносить на резьбу болтов крепления
Трансформаторное масло [11]	При соединении концов трубопроводов с помощью дюритовой муфты	—
ВНИИНП-282 (паста)	Для нанесения на резьбовые соединения трубопроводов кислородной системы	—

Примечание. Для улучшения свинчиваемости резьбовых пар допускается применение других видов смазочных материалов (по усмотрению ОКБ).

Не смазывают резьбовые соединения обратных клапанов и коллекторов в системе отбора воздуха, а также болты крепления металлизации. Смазочный материал наносят тонким слоем только на наружные поверхности резьбовых элементов соединения, не допуская при этом его скопления на поверхности. Смазочный материал разрешается наносить только обтирочной замшей, а жидкость НГЖ-4 — тампоном из обтирочной замши с помощью пинцета.

Примечания. 1: Смазывать резьбовые соединения гидросистем рабочей жидкостью (АМГ-10, 7-СОС-3, НГЖ-4) можно также путем окунания концов труб в банку с маслом.

2. Запрещается наносить смазочный материал волосяной кисточкой.

Смазочный материал, выдавленный после затяжки соединений, следует удалить чистой миткалевой салфеткой, смоченной в бензине Б-70 или в спирте-ректификате (для кислородной системы).

При нанесении смазочного материала запрещается:

употреблять смазочный материал из какой-либо временной, не предназначенной для этого открытой посуды (крышки, заглушки и т.п.);

наносить смазочный материал необезжиренными предметами, а также пальцами.

На резьбовые поверхности и уплотнительные места не должны попадать посторонние предметы.

После подсоединения трубопроводов следует продуть все трубопроводные системы (по участкам), кроме гидравлической и кислородной, воздухом под давлением 0,5 ... 1,0 МПа в течение 20 ... 25 с.

При окончательном соединении трубопроводов вручную навернуть накидную гайку на 2/3 длины резьбы штуцера, а затем затянуть ее нормальным ключом [35]. При затяжке соединения переходник штуцера следует поддерживать вторым ключом и следить, чтобы труба при этом не вращалась. После установки накидной гайки трубопровода до упора (усилием руки) для обеспечения герметичности соединения рекомендуется произвести дозатяжку гаек:

для развальцованных стальных трубопроводов — на 1,5 — 2 грани;

для развальцованных алюминиевых трубопроводов диаметром до 30 мм — на 0,5 — 1 грань от упора; диаметром свыше 30 мм — на 1 — 1,5 грани;

для всех остальных трубопроводов — на 1,5 — 2,5 грани.

Грани отсчитывают по ранее нанесенным рискам.

Примечания. 1. Затяжку соединений трубопроводов осуществляют нормальным ключом без дополнительных рычагов.

2. Категорически запрещается производить подтяжку гаек трубопроводов, находящихся под давлением.

Подвесные колодки затягивают после окончательного закрепления трубопроводов с агрегатами и неподвижными элементами крепления. После окончательного закрепления агрегаты, емкости стыков ниппельных и фланцевых соединений трубопроводов, элементы крепления (проходники, угольники, крестовины и др.) контрят и пломбируют проволокой до

испытания их на герметичность. Законтренные соединения должен пломбировать проводивший монтаж рабочий с помощью закрепленного за ним пломбира.

Монтаж фланцевых соединений (патрубков) с упругим металлическим кольцом для горячего воздуха осуществляют следующим образом:

1. Устанавливают патрубок согласно чертежу, сориентировав его по направлению прокладки трассы.

Примечание. При наличии крепежных точек (хомутов) патрубок устанавливают одновременно с прокладкой его в элементы крепления без окончательной затяжки и постановкой ленты металлизации, если это указано в чертеже.

2. Устанавливают металлическое кольцо во фланцевое соединение.

3. Проверяют правильность положения патрубка в хомутах.

Примечания: 1. Этот пункт выполняют при наличии крепежных точек (хомутов).

2. Трубопровод должен лежать в крепежном элементе без напряжения и люфта.

4. Ставят хомут на соединение и затягивают гайку хомута тарированным ключом (значение момента затяжки указано в ТУ).

5. На свободный конец патрубка ставят технологический штуцер (рис. 4.4).

6. Проверяют герметичность соединения. Контроль герметичности рекомендуется осуществлять методами, изложенными в разд. 6.4.

7. При обнаружении течи, превышающей допускаемую, соединения демонтируют, для этого необходимо: отвернуть гайку хомута и снять хомут с соединения; расстыковать соединение и вынуть металлическое кольцо; повторить операции, указанные в п. 2 – 6.

8. Снимают технологический штуцер и производят подсоединение ко второму концу трубопровода согласно п. 1 – 6.

9. Окончательно закрепляют промежуточные элементы крепления.

Примечание. Данную операцию следует выполнять при наличии промежуточных элементов.

10. Производят контровку и пломбируют приведенные выше соединения согласно указаниям на чертеже. Материал и размеры контровочной проволоки должны соответствовать нормам, указанной на чертеже.

11. Места, излишне зачищенные под металлизацию, покрывают материалом, указанным на чертеже.

12. Устанавливают теплоизоляционные чехлы в местах, оговоренных на чертеже.

13. Убирают посторонние предметы.

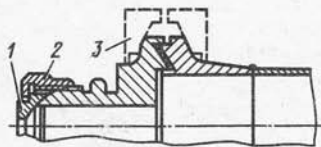


Рис. 4. 4. Схема монтажа технологического штуцера (заглушки)

1 – штуцер; 2 – накладная гайка; 3 – технологический хомут

14. Проверяют зазоры между патрубками, трубопроводами, электрокабелями, элементами планера и другими элементами в соответствии с требованиями, изложенными в разд. 1.3.

15. Сдают монтаж представителю ОТК. Монтаж патрубков следует предъявлять представителю ОТК по окончании всех работ, предусмотренных технологическим процессом монтажа участка системы.

Облегченные фланцевые соединения монтируют аналогично фланцевым соединениям с упругим металлическим кольцом, за исключением п. 5 (в данном случае п. 7), производя подсоединение патрубка ко второму концу согласно п. 1 — 6.

При монтаже подвижных фланцевых соединений (патрубков) топливных систем сначала выполняют операции, приведенные в п. 1, 3, 7, 9; п. 2 в этом случае будет следующим: "Установить накидную гайку и стопорное кольцо на подсоединенный элемент патрубка или агрегата, если это предусмотрено конструкцией"; далее — п. 4.

На подсоединяемые концы трубопроводов (или трубопровода и агрегата), устанавливают уплотнительные кольца, смазав их смазкой ЦИАТИМ-201, предварительно сдвинув накидную гайку и корпус на величину, достаточную для установки уплотнительного кольца. После этого необходимо выполнить следующие пункты:

5. Тонким слоем смазочного материала покрывают наружную резьбовую поверхность корпуса, для этого предварительно навертывают накидную гайку на 1,5 — 2 витка резьбы и наносят на резьбовую часть корпуса тонким слоем смазочный материал.

П р и м е ч а н и е. Тип смазочного материала выбирают согласно табл. 4.5 или по указаниям чертежа.

6. Соединения затягивают путем навинчивания накидной гайки на корпус до упора. Накидная гайка должна навертываться свободно, заклинивание недопустимо.

8. Протирают выдавленный из соединения смазочный материал.

4.5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС МОНТАЖА ГИБКИХ ШЛАНГОВ

При поступлении со склада шлангов проверяют:

чистоту наружной и внутренней поверхностей. Для проверки чистоты внутренней поверхности шланг продувают воздухом, приложив к открытому концу фильтровальную бумагу или салфетку. Бумага или салфетка должны оставаться чистыми. Для проверки чистоты наружной поверхности ее протирают салфеткой. Салфетка должна оставаться чистой;

наличие клейма ОТК и клейма о проведении испытаний на прочность и герметичность;

наличие металлической бирки;

наличие паспорта с указанием сроков службы и гарантии;

отсутствие повреждений шлангов в наконечниках. Если шланг в наконечнике легко проворачивается (от усилия руки), его необходимо заменить;

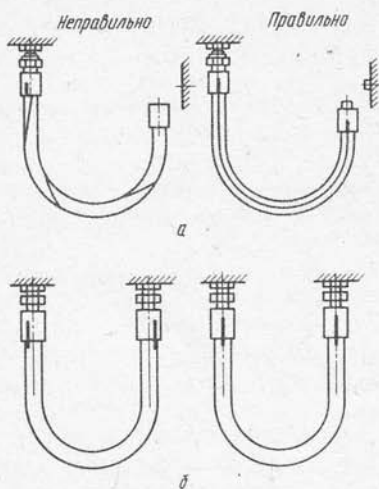


Рис. 4.5. Схема расположения цветной осевой полосы (а) или осевых рисок на наконечниках (б) при монтаже шлангов на изделии

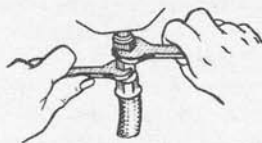


Рис. 4.6. Пример правильной затяжки соединений шлангов

наличие осевой цветной полосы на поверхности шланга или рисок на наконечниках.

Резьбу штуцера и гаек следует тщательно протереть хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в спирте-ректификате, и смазать смазочным материалом, марка которого указана на чертеже. Во избежание попадания смазочного материала внутрь шланга его не наносят на первые 2 – 3 витка. Смазочный материал разрешается наносить только обтирочной замшей [15].

Монтаж шлангов, имеющих цветную осевую полосу или осевые риски на наконечниках, надо производить в следующей последовательности: шланг в свободном состоянии подсоединяют двумя концами к штуцерам (переходникам, угольникам) и, поддерживая шланг за муфты, затягивают гайки вручную до упора. При этом не допускается скручивание цветной полосы или смещение рисок относительно друг друга (рис. 4.5).

Примечание. Следует следить за тем, чтобы цветная осевая полоса на шланге или осевые риски на наконечниках располагались в удобном для наблюдения положении;

производят окончательную затяжку соединений. Накладные гайки затягивают постепенно и последовательно с двух концов. Если при окончательной затяжке гаек один конец шланга развернулся относительно первоначального положения, другой его конец следует развернуть в противоположную сторону на ту же величину;

контролируют скручивание шланга по цветной полосе или по осевым рискам на наконечниках.

Примечания: 1. Запрещается использовать муфту шланга как опору для второго ключа при затяжке соединения (рис. 4.6).

2. В случае технологической необходимости разрешается производить окончательную затяжку одного конца шланга, когда другой конец отсоединен.

Пример заполнения карты на монтаж шлангов приведен в табл. 1.4.

4.6. ОБОРУДОВАНИЕ, ИНСТРУМЕНТ И ОСНАСТКА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ МОНТАЖЕ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

При монтаже трубопроводных коммуникаций пользуются чистым хромированным или вороненым инструментом, соответствующим выполняемым операциям. Инструмент должен быть закреплен за рабочим, ведущим монтаж. При монтаже и демонтаже трубопроводов и агрегатов топливной системы применяют омедненный, а гидросистем — хромированный инструмент.

При соединении и креплении трубопроводов следует применять слесарный инструмент: гаечные ключи (нормальные), отвертки, плоскогубцы, пассатижи, пломбир, специальные ключи (радиусные и т.п.). При установке и креплении агрегатов, готовых изделий, монтажных панелей, кронштейнов, колодок, хомутов используют ручные пневматические резьбовозавертывающие машины, винтоверты, гайковерты типа ВП.02.000, ВП.08.000, РЗМП-21-8-160, РЗМП-21-8, ГУП-4, ИП-3111, ИП-3207, ГУП-2 и др. Тип резьбовозавертывающей машины выбирают в зависимости от значения крутящего момента. В резьбовозавертывающих машинах предусмотрено применение стандартных насадок в виде торцовых ключей типа, указанных в ГОСТе [35].

При монтаже кислородной системы необходимо использовать хромированный или никелированный инструмент. Перед работой инструмент протирают чистым бензином и высушивают сжатым воздухом.

Запрещается применять при монтаже трубопроводов неисправный (с забоинами, отколотыми частями) инструмент.

Длина рукоятки нормального ключа должна быть не более 120...160 мм. Исправность инструмента еженедельно должен проверять мастер ОТК.

Для зачистки мест под металлизацию применяют шарошки (при зачистке элементов каркаса планера) и металлическую щетку или наждачную бумагу (при зачистке трубопроводов). Значения переходных сопротивлений при металлизации между агрегатами оборудования и фюзеляжем измеряют специальными приборами ИМЦ-3, тераомметрсм Е6-3 или мегомметром М-1101.

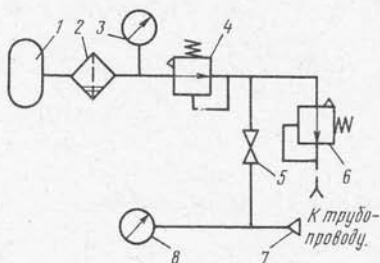


Рис. 4.8. Схема приспособления для контроля осевого скручивания шланга: 1, 4 губки (1 — неподвижная, 4 — подвижная); 2 — измерительная рейка; 3 — маркировочные риски; 5 — болт крепления

Рис. 4. 7. Принципиальная схема стенда для продувки трубопроводов:

1 — баллон; 2 — фильтр-отстойник; 3, 8 — манометры; 4 — редуктор; 5 — вентильный кран; 6 — предохранительный клапан; 7 — зарядный штуцер



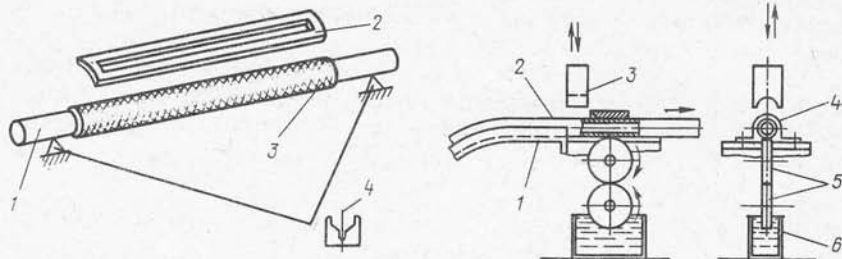


Рис. 4. 9. Схема нанесения рисок на поверхность рукава с помощью трафарета :
1 – жесткий шомпол; 2 – трафарет; 3 – шланг; 4 – призма

Рис. 4. 10. Схема приспособления для нанесений цветной полосы на поверхность рукава:
1 – направляющий желоб; 2 – рукав; 3 – прижим; 4 – направляющая; 5 – ролики;
6 – емкость с краской

Для замера зазоров между трубопроводами и элементами конструкции в соединениях трубопроводов рекомендуется применять щупы, пластинчатые линейки, штангенциркули и т.п.

Для очистки зоны монтажа от пыли, грязи, стружки используют промышленные передвижные пылесосы с эжекторными аппаратами и тканевыми фильтрами на выходе.

Для обеспечения стыковки трубопроводов по разъемам агрегатов планера в стапеле сборки планера должны применяться всевозможные приспособления.

Трубопроводы перед монтажом и трубопроводные системы после монтажа продувают сжатым воздухом или азотом на стенде (рис. 4.7).

Оборудование для расконсервации агрегатов должно обеспечивать их подогрев (в случае расконсервации с подогревом) и промывку бензином в ванне, при этом должно быть предусмотрено удобство загрузки и осмотра агрегатов на отсутствие консервирующей жидкости.

Для контроля скручивания шлангов применяют линейки [9], шаблоны, специальные приспособления (рис. 4.8). При нанесении полосы на поверхность шланга пользуются трафаретами (рис. 4.9) или специальными приспособлениями (рис. 4.10).

4.7. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Наиболее ответственной контрольной операцией является определение допускаемых значений монтажных неточностей Δ_1 и Δ_2 , так как от этой технологической операции во многом зависит надежность и долговечность трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем. Как показывает опыт эксплуатации ЛА, монтажные неточности, вызывающие

возникновение напряжений (σ_M), превышающих предел текучести (σ_T) материала трубопровода, могут снизить их предел выносливости (a_1) в 2...3 раза.

Контроль качества выполненного монтажа трубопроводных коммуникаций, целью которого является проверка соответствия монтажа принципиальной и монтажной схемам, должен быть 100%-ным. В АСЦ и ЦОС качество монтажа следует проверять многократно на протяжении всего процесса монтажных работ.

Монтажные неточности Δ_1 (недотяг) и Δ_2 (несоосность) в соединениях трубопроводов и в местах крепления (см. табл. 4.3...4.6) определяют с помощью щупа [10], линейки [9], угломеров и специальных пластинок (контроль выборочный).

Примечание. Если при выборочном контроле будет обнаружено превышение допускаемых значений монтажных неточностей, необходимо проконтролировать другие смонтированные трубопроводы.

На наиболее нагруженных (напорных) участках гидросистем, а также на участках, на которых, по данным службы надежности, зафиксированы случаи разрушения одного из 50-ти изделий, осуществляют 100%-ный контроль монтажных неточностей. Места 100%-ного контроля монтажных неточностей Δ_1 и Δ_2 определяют при эталонировании систем и указывают в актах на эталонирование, в сборочных чертежах, ТУ на монтаж.

Качество монтажа трубопроводов и патрубков рекомендуется контролировать в соответствии с картами приемки, входящими в нормализованный технологический процесс монтажа и контроля труб и патрубков (см. табл. 4.1).

Проводится визуальный 100%-ный контроль состояния наружной поверхности трубопроводов, арматуры и мест подсоединения — на их поверхностях не должно быть механических повреждений, нарушения антикоррозионных покрытий, а также смятия стенок трубопровода торцом хвостовика ниппеля и элементами крепления. Допускаются отпечатки от ключей на гранях гайки. Также проводится визуальный 100%-ный контроль отсутствия повреждений в наконечниках гибких шлангов и их перекручивания.

Примечание. Если шланг в наконечнике легко проворачивается (от усилия руки), то его необходимо заменить.

Контроль правильности и четкости нанесения маркировочных и опознавательных знаков должен быть 100%-ным, необходимо проверить, соответствуют ли маркировочные и опознавательные знаки чертежу и четко ли выделяются на поверхностях трубопроводов.

Все зоны монтажа проверяют на отсутствие грязи и посторонних предметов.

В трубопроводных коммуникациях необходимо проверить: наличие и положение крепежных точек в соответствии с требованиями, изложенными в разд. 1.3 и на чертеже. Допускается их смещение вдоль трубы до ± 4 мм, а по высоте на ± 1 мм. Расстояние между подвесными колод-

ками контролируют универсальным мерительным инструментом (100%-ный контроль);

правильность положения трубопроводов в крепежных элементах. В стянутой колодочке (хомуте) не должно быть люфта (на ощупь). Допускается упругое перемещение подвесной колодки от усилия руки вдоль оси трубопровода (визуальный 100%-ный контроль);

соответствие чертежу крепления узлов и контровки крепежных элементов. Допускаемое значение зазора между двумя половинками стянутой колодки 0,3 мм, а минимальный зазор между лапками хомутов 0,5 мм (100%-ный контроль универсальными средствами);

наличие контровки и пломб на соединениях трубопроводов и патрубков (визуальный 100%-ный контроль);

чистоту продуваемых трубопроводов, закрепленных в конце линии, по белой салфетке или марле, сложенной в 2 – 3 слоя, или по фильтроэлементу технологического воздушного фильтра, установленного также в конце продуваемого участка (100%-ный контроль).

Наличие зазоров между трубопроводами и элементами планера и систем (см. разд. 1.3) контролируют с помощью линейки, штангенциркуля [8], щупа [10] и специальных калибров (100%-ный контроль).

После контроля геометрических параметров (зазоров между трубопроводами и элементами конструкции, а также монтажных неточностей в соединениях оформляют паспорт-протокол, который отправляется вместе с документацией на изделие (табл. П. 14).

Качество монтажа трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем в целом должен оценивать сменный мастер группы и сменный контрольный мастер путем внешнего осмотра и выборочного демонтажа отдельных трубопроводов и патрубков.

ГЛАВА 5

ЧИСТОТА РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ И ВНУТРЕННИХ ПОЛОСТЕЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В настоящее время общепризнано, что чистота рабочих жидкостей и внутренних полостей гидротопливных систем является одним из основных факторов, определяющих ресурс и надежность систем и ЛА в целом. Это объясняется тем, что исполнительные агрегаты гидротопливных систем управления (бустера, рулевые агрегаты автопилота, гидронасосы, командные механизмы топливных систем и др.) чрезвычайно чувствительны к механическим загрязнениям. Особенно опасны для этих агрегатов твердые частицы, размер которых соизмерим с зазорами в плунжерных парах насосов

и золотниковых распределителей. Попадая в зазор, такие частицы вызывают увеличение усилия страгивания плунжера или его заклинивание в гильзе, что приводит к выходу из строя жизненно важных агрегатов гидросистем (особенно это опасно для гидросистем управления — бустерных систем).

Требования ГОСТ 17216 — 71 [31] к чистоте рабочих жидкостей и внутренних полостей гидротопливных систем определяют необходимость разработки прогрессивной технологии и высокоэффективных технических средств обеспечения чистоты авиационных гидротопливных систем в процессе их производства и эксплуатации.

Процесс промывки является технологической операцией, проводимой для очистки агрегатов и трубопроводных коммуникаций от механических загрязнений, попадающих во внутренние полости трубопроводов и агрегатов в процессе их изготовления, при монтаже и на начальном этапе работы (приработке).

В отрасли в настоящее время применяют несколько вариантов промывки трубопроводных коммуникаций гидросистем, собранных гидросистем и элементов топливных систем (кессон-баков, крыла в сборе, баков-отсеков, мягких, накладных, подвесных баков и др.): проточный, импульсный, двухфазный (газожидкостный) и др.

На практике наиболее распространенным способом является длительная промывка систем потоком циркулирующей рабочей жидкости для гидросистем и поверхностно-активными веществами (ПАВ): водными растворами типа МЛ-51, МЛ-52, МС-5, МС-6, "Лабонид 101" с концентрацией раствора 10 . . . 30; 20 . . . 35; 10 . . . 20; 20 . . . 30; 10 . . . 30 г/л соответственно, синтетическими средствами (СМС) и растворяюще-эмульгирующими средствами (РЭС).

При промывке элементов топливной системы применяются ручные средства очистки (пылесосы с эжекторными насадками, струйные пистолеты и др.) и механизированные (крутильные стенды, стенды покачивания); газожидкостные вращающиеся форсунки со сливом и без слива жидкости, а также вращающиеся и перемещающиеся форсунки со сливом и без слива жидкости и др.

Как правило, промывка гидросистем осуществляется в АСЦ и ЦОС, промывка элементов топливных элементов — в цехах их изготовления, а промывка собранной топливной системы — на контрольно-испытательных станциях (КИС) или летно-испытательной станции (ЛИС) рабочей средой, т.е. керосином.

Операция промывки представляет собой совокупность нескольких одновременно протекающих процессов:

циркуляции потока промывочной жидкости в определенных режимах через промываемую систему или ее элементы;

многократного фильтрования промывочной жидкости с помощью технологических фильтров (очистителей) промывочного стенда.

При этом имеют значение:

способ и средства (тип устройства и моющая жидкость) выполнения промывки;

вид, дисперсность и количество загрязнений, размеры, их конфигурация;

чистота помещения, качество очистки моющей жидкости в состоянии поставки и уровень предшествующей очистки.

Процесс промывки состоит из трех элементарных этапов: отрыва частиц от поверхности, выноса (транспортировки) их из зоны очистки и удаления частиц из жидкости фильтрами или очистителями.

Промывку гидросистем на стадии окончательной сборки обычно осуществляют в два этапа: первый — промывка трубопроводных коммуникаций — колец, второй — промывка собранной гидросистемы. Трубопроводы промывают предварительно в цехе-изготовителе, а также в АЦС, если технологией сборки ЛА предусмотрены окончательный монтаж, сборка, отработка и испытание участка гидросистемы в этом агрегате.

Перед промывкой гидросистемы ее монтаж должен быть полностью закончен и проконтролирован. Трубопроводы, имеющие застойные зоны и которые нельзя закольцевать, снимают с изделия и промывают отдельно. На первом этапе промывки из системы исключаются (отсоединяются) агрегаты, отличающиеся повышенной чувствительностью к загрязнению рабочей жидкости.

Перечень неподсоединяемых агрегатов (баков, силовых цилиндров, гидронасосов, рулевых машинок автопилота, гидроусилителей, агрегатов с цилиндрическими золотниковыми распределителями 2-го класса чувствительности, гидропанелей и гидроаккумуляторов) составляется ОКБ или СКО и указывается в чертежах или ТУ (схеме кольцевания системы).

П р и м е ч а н и е. Трубопроводы можно подсоединять к макетам перечисленных выше агрегатов. Макеты выполняют с проходными диаметрами отверстий, равными диаметрам трубопроводов.

При кольцевании агрегатов рекомендуется соединять трубопроводы с внутренними диаметрами, отличающимися не более чем на 4 мм, а для повышения качества промывки трубопроводов закольцованную линию делают не длиннее 40 м. Рабочие фильтры гидросистемы заменяют технологическими, обратные клапаны, дроссели удаляют из системы и заменяют технологическими переходниками.

Ко второму этапу промывки приступают после стыковки отдельных агрегатов изделия и завершения монтажа всей системы. На этом этапе промывки системы должно работать подавляющее большинство гидроагрегатов.

Качество промывки проверяют с помощью контрольных фильтров, установленных на стенде. В качестве контрольных фильтров применяют фильтры тонкой очистки тех же марок, что и технологические фильтры.

Рекомендуется также периодическая проверка качества промывки посредством отбора проб жидкости из промытой гидросистемы с последующим лабораторным анализом.

В условиях производства гидросистемы промывают на специальных промывочных стендах. Особенностью стендов является наличие в них каскадов фильтров и очистителей (магнитных [32], центробежных и пр.) [1].

Так, в стенде промывки трубопроводов в линии фильтрования жидкости установлены магнитный очиститель, фильтры с тонкостью фильтрации 12 . . . 16 и 5 . . . 7 мкм. Аналогичный набор очистителей установлен и в линии подачи жидкости к промываемым трубопроводам. Кроме того, в линии слива жидкости из промываемого участка гидросистемы предусмотрена установка оптического фильтра или контрольного автоматического прибора.

Рабочую жидкость перед заправкой ее в гидростенд необходимо проверить в заводской лаборатории на соответствие ТУ или ГОСТу.

Не рекомендуется заправлять гидросистемы рабочей жидкостью из ведер, бидонов и других емкостей.

Элементы топливных систем также промывают в два этапа: сначала осуществляют предварительную промывку элементов баков и емкостей, а затем — окончательную промывку собранных емкостей и баков. Предварительная промывка элементов баков проводится свободными незатопленными вращающимися и перемещающимися струями моющей жидкости. Окончательная промывка собранного бака проводится одним из следующих комбинированных методов циркуляции моющей жидкости в сочетании с вращением (покачиванием) промываемой емкости на стенде-манипулято-

ре;

- вращением (покачиванием) и колебанием промываемой емкости на стенде-манипулято ре;

- обработкой внутренних поверхностей свободными незатопленными вращающимися и перемещающимися струями моющей жидкости.

После промывки баковых отсеков водными моющими растворами их ополаскивают проточной питьевой водой, обессоленной на специальных установках, например ИОН-4. После этого необходимо произвести полное выпаривание остатков водных растворов, используя воздух, нагретый до температуры 100 . . . 120 °С, с целью удаления остатков водных растворов из микропор перед контролем герметичности.

Не рекомендуется устанавливать на баковые отсеки до их промывки контрольно-измерительную аппаратуру, агрегаты, к чистоте которых предъявляются повышенные требования.

Качество в процессе производства гидрогазовых и топливных систем на этапах промывки, контроля и испытаний определяется:

- производственными условиями, в которых осуществляются вышеперечисленные технологические операции;

- совершенством конструкции и техническими характеристиками технологического оборудования для проведения операций.

Необходимые производственные условия и технологическое оборудование для проведения промывочных, контрольно-испытательных и отработочных операций определяют исходя из конструктивных и технико-эксплуатационных характеристик и параметров гидрогазовых и топливных систем.

При определении необходимых производственных условий проведения перечисленных выше операций следует учитывать:

общие требования и нормы проектирования промышленных предприятий и производственных участков;

специальные требования к конструкции и материалам производственных помещений, обусловленные применением в качестве технологических жидкостей синтетических, высокотемпературных рабочих жидкостей гидросистем;

специальные требования к запыленности воздуха производственных помещений (ГОСТ 17216 – 71 [31]).

5.2. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОЧИСТКИ РАБОЧИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

К чистоте рабочих полостей гидравлических, топливных и масляных систем предъявляются наиболее высокие требования, поскольку от нее в большой степени зависят производственная и эксплуатационная надежность и ресурс этих систем и ЛА в целом (табл. 5.1).

Эти требования могут быть удовлетворены только с помощью системы специальных организационно-технических мер, предусматривающих поступление на монтаж гидротопливных систем деталей, узлов, агрегатов, трубопроводов и других элементов, тщательно очищенных от технологических загрязнений после их изготовления и монтажа. В противном случае процесс очистки гидротопливных систем может быть чрезвычайно трудоемким и длительным. Принятый в авиационном производстве процесс очистки гидротопливных систем, состоит из следующих этапов: очистки деталей, входящих в узлы и агрегаты гидротопливных систем, после их изготовления; очистки (промывки) собранных агрегатов, узлов и трубопроводов перед их монтажом; промывки смонтированных трубопроводных коммуникаций; промывки окончательно собранных гидротопливных систем.

Основными факторами, влияющими на работоспособность агрегатов гидротопливных систем, являются число, размер и твердость примесей, особенно абразивных частиц, в потоке рабочей жидкости. Важнейшим требованием, предъявляемым к фильтрам стенов для промывки гидротопливных систем, является высокая степень фильтрации. Необходимо, чтобы за время промывки и испытания систем на работоспособность фактическая произ-

Таблица 5.1

Тип самолета	Число частиц загрязнений в $(100 \pm 0,5)$ см ³ жидкости при размере частиц, мкм						Масса загрязнений в объеме жидкости, %, не более
	5 ... 10	10 ... 25	25 ... 50	50 ... 100	100 ... 200	воло кна	
A	500	250	25	4	1	0	Не указана
B	1000	500	50	6	2	1	0,0002

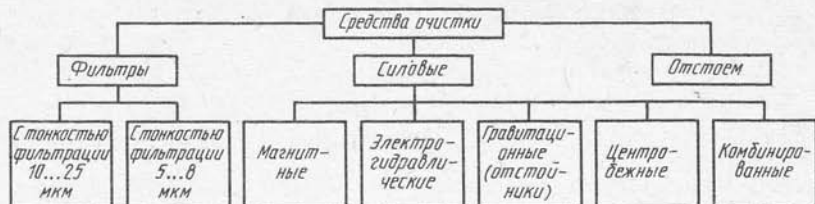


Рис. 5. 1. Классификация средств очистки

водительность, параметры испытаний были не ниже требуемых по ТУ, а число и размер частиц не превышали значений, приведенных в ГОСТе [31].

Все средства очистки рабочих и моющих жидкостей можно разделить на три группы (рис. 5.1). К первой группе относятся фильтры с пористыми перегородками, задерживающие твердые частицы загрязненной жидкости. Вторую группу составляют средства очистки жидкостей с применением сил: электромагнитные, электрогидравлические, центробежные и др. К третьей группе относятся установки для очистки жидкостей от механических примесей методом отстоя.

Для повышения качества очистки жидкости рекомендуется собирать блок средств очистки жидкости в следующей последовательности [4, 6]: фильтры с тонкостью фильтрации 10 . . . 25 мкм; магнитный или центробежный очиститель; фильтры с тонкостью фильтрации 5 . . . 8 мкм.

Для повышения эффективности очистки промывочной жидкости от металлических загрязнений рекомендуется устанавливать магнитный фильтр. При этом следует учитывать, что применение магнитных фильтров эффективно только в том случае, когда значительная часть механических загрязнений в потоке промывочной жидкости состоит из частиц, обладающих магнитными свойствами. В табл. 5.2 приведены основные технические характеристики магнитных очистителей (фильтров), выпускаемых предприятиями станкостроительной и машиностроительной промышленности.

При большой загрязненности рабочих жидкостей для достижения тонкости очистки 2 . . . 8 мкм целесообразно применять (в технологическом оборудовании для промывки, заправки и испытания на работоспособность гидросистем) центробежные очистители, основные технические характеристики которых приведены в табл. 5.3 [1].

Для удержания загрязнений типа волокон и смолоподобных образований, не задерживаемых центробежным очистителем, рекомендуется применять на выходе из центробежного очистителя пятимикронный фильтр.

В табл. 5.4 приведены технические характеристики фильтроэлементов, которые рекомендуется применять в стендах для промывок, проверок герметичности и испытания гидравлических и топливных систем самолетов (вертолетов) на работоспособность.

В табл. 5.5 приведены технические характеристики воздушных прямоточных фильтров, которые рекомендуется применять в стендах для проверки герметичности и обработки пневматических систем или линий наддува

Таблица 5.2

Тип магнитных очистителей	Марка	Основные характеристики								
		Наименьший размер задерживаемых частиц, мкм		Расход при перепаде давлений 1 МПа, л/мин	Наибольшее рабочее давление, МПа	Число магнитов, шт.	Диаметр магнитов, мм	Число фильтрующих сетчатых элементов, шт.	Диаметр фильтрующих сетчатых элементов, мм	Масса, кг
		магнитных	немагнитных							
Комбинированный сдвоенный магнитосетчатый фильтр	ФМС-1	5-10	60-80	0,18	0,6	—	55	—	50	4,65
	ФМС-2	—	—	0,35	—	—	80	—	70	9
Магнитный очиститель-фильтр	ФМ-1	—	—	0,8 ... 40	Не более	1	—	2	—	—
	ФМ-2	—	—	0,8 ... 40	0,6	—	—	—	—	—
	ФМ-3	—	—	0,8 ... 40	—	—	—	—	—	—
Магнитный уловитель (пробка)	СЧЗ-11	Задерживает 0,01 кг магнитных частиц при радиусе действия магнита не менее 25 мм		—	—	1	Присоединительный размер м16×1,5	—	—	0,1 ... 0,2
Магнитный патрон, погруженный в емкости гидротопливных систем	ГЧ2-11	Задерживает 0,05 кг магнитных частиц при радиусе действия магнита 25 мм		—	—	1	Магнитный патрон 14 длиной 17 мм	—	—	25

Примечание. Уловитель типа СЧЗ-11 ввертывается в отверстия трубопроводов и резервуаров.

Таблица 5.3

Характеристика	Тип центробежного очистителя		
	ЦТ-100	Центар-25, Центар-8	Центар-4,62
Рабочая среда	АМГ-10, 7-50С-3, ЛЗ-МГ-2, ХС-2-1	НГЖ-4, АМГ-10, 7-50С-3, ЛЗ-МГ-2, ХС-2-1	НГЖ-4, АМГ-10, 7-50С-3, ЛЗ-МГ-2, ХС-2-1
Максимальная пропускная способность, л/мин	до 100	до 100	до 50
Грязеемкость, кг	3	5	2
Температура рабочей жидкости, °С	20 ... 80	20 ... 80	20 ... 80
Перепад давлений при максимальном расходе жидкости, МПа	0,3	0,3	—
Допустимое давление жидкости у сливного штуцера очистителя, МПа, не более	1,0	1,0	—
Мощность привода центробежного очистителя, кВт	1,5	1,5	1,5
Масса, кг	150	180	80
Габаритные размеры, м	0,665 × 0,38 × 0,79	0,66 × 0,316 × 0,82	0,645 × 0,32 × 0,52

Примечание. Для очистки жидкостей допускается применять центробежные очистители моделей: ГЦН-907, ГЦН-908, ГЦН-910, ГЦН-91 ОП, СОГ-904, СОГ-903, обеспечивающие очистку не хуже 4-го класса по ГОСТ 17216-71 "Классы чистоты жидкостей".

баков стенда при промывке гидротопливных систем самолетов (вертолетов).

Очистке подвергают жидкость, слитую из гидросистемы после использования ее для промывки трубопроводных коммуникаций, собранных гидросистем, контроля герметичности и испытания на работоспособность.

Примечание. Рабочие жидкости топливных систем очистке не подвергаются.

Использованные жидкости подвергаются очистке от механических загрязнений после контроля их физико-химических параметров (табл. 5.6).

Запрещается смешивать использованную и не бывшую в употреблении жидкость при промывке и испытаниях гидросистем на работоспособность. Ранее использованную и очищенную жидкость разрешается применять только в следующих случаях (после получения положительного заключения лаборатории о годности жидкости):

для промывки трубопроводных коммуникаций гидросистем и гидросистем в АСЦ;

для промывки и отработки гидростендов во всех цехах;

Фильтр	Фильтроэлемент	Фильтроматериал	Тонкость фильтрации, мкм	Номинальный расход, л/мин	Давление в системе, МПа	Рабочая температура в системе, °С	Допускаемый перепад давлений на фильтроэлементе, МПа
8Д2.966.414	022-5	80/720	16 ... 25	90	3,0	--60 ... + 175 (для 7-50С-3) --60 ... + 120 (для АМГ-10)	7 ₋₁ ⁺² 7 ₋₁ ⁺²
8Д2.966.020	022-6	—	—	135	21,0	То же	7 ₋₁ ⁺²
8Д2.966.077	022-6	—	—	—	28,0	”	7 ₋₁ ⁺²
8Д2.966.040	034-10	ФНС-5	5 ... 8	90	21,0	”	7 ₋₁ ⁺²
8Д2.966.041	034-10	ФНС-5	5 ... 8	135	21,0	”	7 ₋₁ ⁺²
12ТФ15СН	340079А	80/720	16 ... 25	100	0,5	--60 ... + 120 (для Т-2, Т-4)	1,0
ТФ-2М	8Д2.966.055	Бумага АФБ-5	5 ... 8	1000	0,5	То же	1,0
8Д2.966.231	8Д2966.697-05	80/720	16 ... 25	200	1,0	”	1,0
ТФ-2М	8Д2.466.960	Бумага КФТ-3	2 ... 3	1000	0,5	--60 ... + 70 (для Т-2, Т-4)	1,0
8Д2.965.006 фильтр-сепаратор	8Д2.966.115	Многослойный	1 ... 2	1000	0,5	То же	—

П р и м е ч а н и я: 1. Номинальный расход указан при перепаде давлений на фильтроэлементе ($p = 1,8$ МПа для гидрожидкостей и $p = 0,02$ МПа для топлива).

2. Фильтроэлемент 8Д2.966.115 может быть использован для фильтрации воздуха.

3. Для фильтров-сепараторов необходима предварительная установка фильтра 8Д2.966.055.

4. Допускается применение фильтроэлементов для фильтрации других рабочих сред по согласованию с разработчиком.

5. Для обеспечения рабочих расходов выше 250 л/мин необходимо устанавливать фильтры в параллельные блоки.

Таблица 5.5

Марка фильтра	Тонкость фильтрации, мкм	Расход при рабочем давлении, нл/мин	Рабочее давление, МПа	Ресурс фильтра-элемента до промывки, ч
11ВФ19	5	30	15,0	50
11ВФ20	5	40	15,0	50
31ВФ3	30 . . . 40	45	25,0	25

Таблица 5.6

Марка рабочей жидкости	Кинетическая вязкость, сСт	Кислотное число, мг · кон/л	Температура вспышки, °С	Объемное содержание воды, %
АМГ-10	При + 50 °С не менее 7	0,15	92	0,00
7-50С-3	При + 20 °С 19 . . . 26	0,8	160	0,03
НГЖ-4	При + 50 °С не менее 7	0,2	165	0,50
ХС-2-1	При + 20 °С 36 . . . 50	0,1	207	0,02

П р и м е ч а н и е. Если хотя бы один из перечисленных параметров выходит за допускаемые пределы, то жидкость не подлежит очистке от механических загрязнений и сливается в специальные емкости для отправки на химическую регенерацию.

для контроля герметичности гидросистем по люминесцентному методу; для проведения наземных стендовых испытаний.

П р и м е ч а н и е. Очищенную жидкость после повторного применения для технологических операций необходимо слить из гидросистемы.

Гидросистемы испытывают на работоспособность и окончательно заправляют только чистой жидкостью в состоянии поставки. Очищенную жидкость выдают цехам-потребителям только в опломбированной таре с заключением лаборатории о пригодности жидкости к использованию. На бидонах со слитой жидкостью должна быть бирка с указанием места слива, номера партии, количества, времени выработки.

На рис. 5.2 приведена принципиальная схема установки для очистки жидкости от механических загрязнений. Она используется для очистки как использованной (отработанной) жидкости, так и жидкости в состоянии поставки с повышенным содержанием механических загрязнений.

Установка работает следующим образом. Слитую в транспортировочную емкость 29 жидкость доставляют к установке и перекачивают пневмосистемой через фильтры в приемную емкость 1-го отстоя. С помощью центробежного насоса типа ЭЦН-11 жидкость перекачивается в емкость 13 2-го отстоя, откуда не позже чем через 24 ч перекачивается в раздаточную емкость 12. После окончания процесса фильтрации из сливного штуцера емкости 12 берется проба жидкости для лабораторного анализа на содержание механических загрязнений.

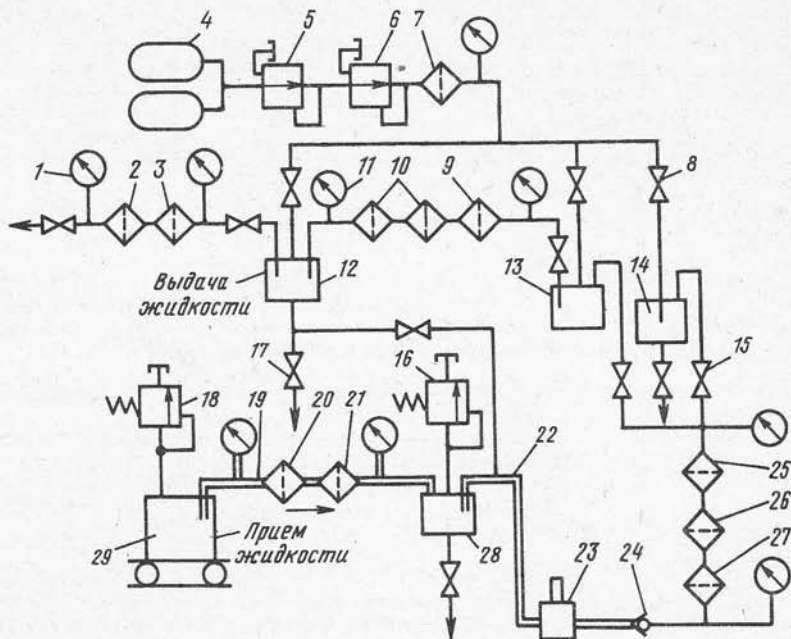


Рис. 5. 2. Принципиальная схема установки для очистки жидкостей от механических примесей:

1, 11 – манометры; 2, 3, 7, 9, 10, 20, 21, 25, 26, 27 – фильтры (2, 10, 21, 25 – с тонкостью фильтрации 5 ... 8 мкм, 3, 9, 20, 27 – то же 12 ... 16 мкм, 7 – воздушный, 1 ... 2 мкм, 26 – магнитный); 4 – баллоны с азотом; 5, 6 – редукторы; 8, 15, 17 – краны (8 – воздушный); 12, 13, 14, 28, 29 – емкости (12 – очищенной жидкости, 13, 14 – 2-го отстоя, 28 – приемная 1-го отстоя, 29 – для транспортировки); 16, 18, 24 – клапаны (16, 18 – предохранительные, 24 – обратный); 19, 22 – трубопровод перекачки жидкости; 23 – лопастной насос

Фильтрация жидкости на указанной установке осуществляется с помощью пневматической системы, в которой поддерживается давление 1,5 ... 0,2 МПа, что исключает применение насосов как потенциальных источников загрязнения и обеспечивает оптимальные условия и скорость фильтрации.

Очистку жидкости с высоким содержанием механических загрязнений рекомендуется производить на стенде с центробежным очистителем (рис. 5.3). Стенд работает следующим образом. Подлежащая очистке жидкость заливается в бак 2 установки, откуда насосом 1 подается под давлением на центробежный очиститель 5 и далее обратно в бак. После двух-трехкратного прохода всего объема жидкости через центробежный очиститель из бака 2 берется проба на содержание механических примесей. В случае

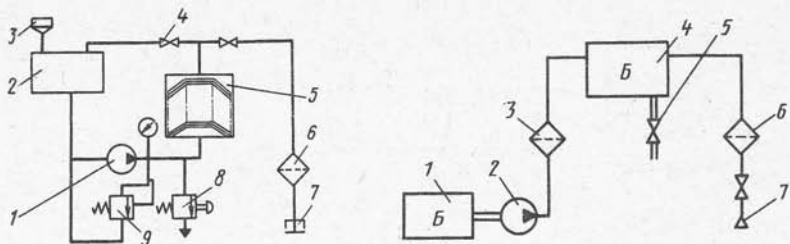


Рис. 5. 3. Принципиальная схема стенда для центробежной очистки жидкости:
 1 – насос; 2 – бак; 3 – заливная горловина; 4 – вентиль; 5 – центробежный очиститель; 6 – фильтр 8Д2966037; 7 – штуцер разьема; 8 – пробоотборник; 9 – предохранительный клапан с давлением открытия $p_{откр} = 0,1$ МПа

Рис. 5. 4. Принципиальная схема установок для очистки жидкости от механических примесей методом отстоя:

1 – бак с технологической смесью; 2 – центробежный насос типа ЭЦН-105; 3, 6 – фильтры с тонкостью фильтрации 5 ... 8 мкм; 4 – бак-отстойник емкостью 300 л; 5 – вентиль; 7 – зарядный штуцер

удовлетворительных результатов выдача жидкости происходит через центробежный очиститель и фильтр 6 с тонкостью фильтрации 5 мкм.

Использованную (отработанную) жидкость можно также очищать методом отстоя (рис. 5.4). В зависимости от степени загрязнения жидкость отстаивается в течение 5 – 7 суток. Баки установки рекомендуется монтировать на высоте 2 – 3 м от пола как для удобства слива отстоя, так и для экономии места производственных помещений.

Габаритный размер емкостей установки выбирают из условий обеспечения потребностей конкретного производства. Все емкости установки должны иметь корпусные днища со сливными кранами и обеспечивать выдвливание жидкости за счет давления пневматической системы установки. Все емкости должны оборудоваться воздушными предохранительными клапанами с проходными сечениями не менее 50 мм.

Для отбора пробы необходимо штуцер протереть тряпкой, смоченной в чистом бензине, затем открыть вентиль и слить 0,5 л жидкости в колбу для лабораторного анализа. Требуемый для контроля чистоты объем 100 см³ рекомендуется взять из указанного объема жидкости после тщательного перемешивания или взбалтывания колбы.

После положительного заключения лаборатории жидкость из бака сливают в чистую емкость через фильтр тонкой очистки (5 – 8 мкм) под действием гидростатического давления уровня жидкости в баке. При этом ее уровень должен достигать не менее 120 – 150 мм. Концы заборных труб перекачки жидкости из отстойных емкостей должны находиться не ближе чем в 50 мм от нижнего уровня емкости.

Периодически, не реже 1 раза в месяц, необходимо сливать отстой, а емкости – очищать от накопившихся механических загрязнений.

Для заправки баков стендов рабочей жидкостью из тары завода-постав-

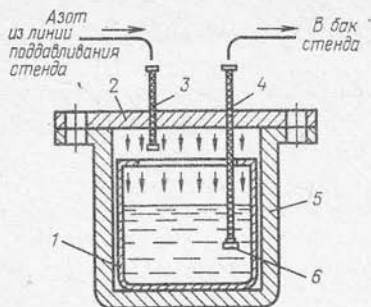


Рис. 5.5. Схема приспособления для заправки баков стенов из тары завода-поставщика: 1 — тара; 2 — крышка гермокамеры; 3, 4 — шланги (3 — для подачи азота, 4 — для подачи жидкости в бак стенов); 5 — корпус гермокамеры; 6 — фильтр

щика рекомендуется применять приспособление, схема которого показана на рис. 5.5. Заправка баков стенов в этом случае ведется следующим способом. Тару поставщика с рабочей жидкостью установить в корпус гермокамеры. Шланг с фильтром опустить в отверстие тары; закрыть крышку гермокамеры. Подсоединить к штуцерам на крышке гермокамеры шланги для заправки бака стенов и подачи в корпус гермокамеры сжатого азота, передавливающего жидкость из тары поставщика в бак стенов. Азот в гермокамеру подается из линии поддавливания заправляемого стенов.

Давление воздуха при передавливании жидкости из тары должно быть 0,05 . . . 0,1 МПа. При этом на дне тары необходимо оставлять часть жидкости (высота столба остатка жидкости должна быть равна 50 — 70 мм), которая направляется для очистки от механических примесей. Перед этим тара завода-поставщика должна оставаться не менее 24 ч для АМГ-10, 7-50С-3, а для НГЖ-4 — в течение 48 ч.

После этого необходимо провести контроль качества очищенной жидкости при технологических процессах промывки трубопроводных коммуникаций гидросистем, собранных гидросистем, испытаниях на работоспособность и заправке гидросистем.

В 1971 г. был утвержден ГОСТ 17216 — 71 [31], который предусматривает 19 классов чистоты.

В соответствии со стандартами разработчики обязаны указывать соответствующий класс чистоты жидкости в технических требованиях при поставке, транспортировании и хранении, а также в требованиях к эксплуатации машин и устройств и в технологической документации по изготовлению, монтажу и ремонту систем.

В первом приближении классы чистоты по настоящему стандарту можно разбить на три группы:

классы 00 . . . 2 — жидкости для прецизионных приборов, особо точных лабораторных работ и контрольных операций;

классы 3 . . . 12 — жидкости для контрольно-испытательных и промывочных стенов при производстве аппаратуры топливных и гидравлических систем, систем управления и топливных систем транспортных машин от поставки до эксплуатации включительно, систем прецизионных станков, смазочно-охлаждающих жидкостей на финишных операциях и т.д.;

классы 13 . . . 17 — жидкости для силового оборудования в общем машиностроении и т.д.

Контроль чистоты рабочей или моющей жидкости — одна из наиболее важных и ответственных операций в производстве и эксплуатации систем. Так как подсчитать оставшиеся в системе частицы после промывки невозможно, применяют косвенный метод контроля, при котором чистота систем и их элементов оценивается по чистоте рабочей или моющей жидкости.

Степень чистоты рабочей или моющей жидкости, а следовательно, и степень надежности работы, можно определить только в том случае, если известны массовая или объемная концентрация загрязняющих примесей, а также гранулометрический (а иногда и химический) состав нерастворимых частиц.

Методы и средства контроля чистоты жидкостей, применяемых для авиационных гидросистем, должны удовлетворять требованиям высокой точности и объективности измерений, при этом время контроля должно быть небольшим.

Контроль качества рабочей или моющей жидкости на всех технологических операциях производства гидротопливных систем осуществляется в два этапа: предварительный и окончательный.

Предварительный контроль качества чистоты рабочей или моющей жидкости осуществляется после пятиминутной прокачки через контрольный фильтр (рис. 5.6) или прибор объективного контроля (рис. 5.7) — контроль 100 %-й.

На рис. 5.6 дан общий вид оптического фильтра с четырех- или десятикратным увеличением. Такие фильтры встраиваются в гидротопливные сис-

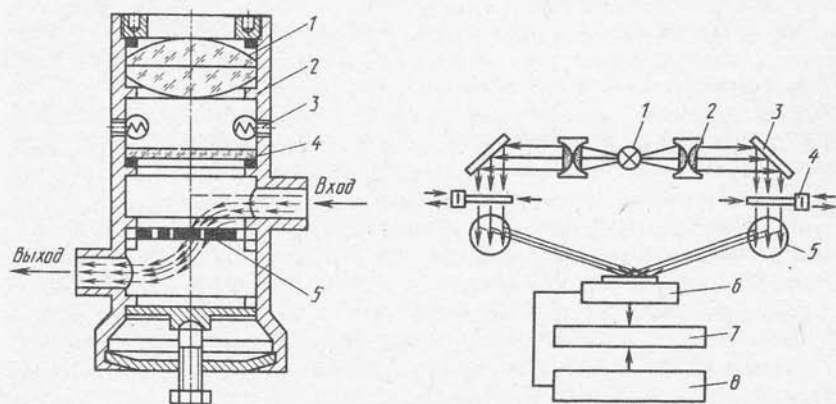


Рис. 5. 6. Общий вид оптического фильтра:

1 — лупа десятикратного увеличения; 2 — корпус; 3 — источник света; 4 — стекло; 5 — сетка фильтроэлемента

Рис. 5. 7. Схема фотоэлектрического прибора контроля чистоты жидкости (ФСК-1)

темы стандов. Система считается чистой, если на сетках фильтроэлементов, имеющих тонкость фильтрации 12 . . . 16 или 5 . . . 8 мкм (выбор производят в зависимости от конструкции фильтра в системе ЛА), не окажется частиц, видимых глазом при четырех- или десятикратном увеличении, соответственно.

Предварительный контроль качества рабочих или моющих жидкостей, а следовательно, и гидротопливных систем можно также осуществлять методом определения массовой концентрации в процентах или мл/л загрязняющих примесей в жидкостях. Данная величина должна быть указана в ТУ или ПИ работником ОКБ или СКО серийного завода на каждую технологическую операцию при производстве гидротопливных систем.

При определении массовой концентрации загрязнений рекомендуется пользоваться данными, приведенными ниже.

Мас-
совая

кон-
цент-
рация :

%	0,000125	0,00025	0,0005	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005
мг/л	1,07	2,14	4,28	8,56	17,12	25,6	34,2	42,8

Примечание. Данные определены из расчета, что плотность рабочей жидкости $\rho_{ж} = 0,85 \text{ г/см}^3$, средняя плотность загрязняющих примесей $\rho_p = 3,4 \text{ г/см}^3$ при следующем их составе: $\text{Al}_2\text{O}_3 - 19\%$; $\text{SiO}_2 = 32\%$; $\text{MgO} - 15\%$; $\text{Fe}_3\text{O}_4 - 15\%$, остальные компоненты — неорганические (3%) и органические (3%).

Для объективного контроля чистоты жидкости по массовой концентрации загрязняющих примесей при промывке могут быть применены различные фотоэлектрические и другие приборы с автоматической сигнализацией о наличии примесей в жидкости выше допустимой нормы. Схема одного из возможных контрольных приборов (ФСК-1) представлена на рис. 5.7. Прибор показывает величину массовой концентрации загрязнений в жидкости в мг/л; расход контролируемой жидкости до 100 л/мин через датчик прибора; рабочее давление контролируемой жидкости 1,6 МПа, предельно допустимое давление 3,0 МПа.

В основе работы прибора лежит способность жидкой мутной среды, к которой относится загрязненная рабочая жидкость гидросистем, рассеивать проходящий и отражающий свет. Степень рассеяния света находится в прямой зависимости от величины мутности (загрязненности) жидкости.

Прибор (см. рис. 5.7) работает следующим образом. Световой поток от источника света 1 проходит через конденсоры 2 и, отражаясь от зеркал 3 под углом 90° , попадает в рабочую и эталонную кюветы 5. Световые потоки, рассеянные эталонной и контролируемой жидкостями, через выходные окна рабочей и эталонной кювет попадают на фотоэлектронный умножитель 6. Фотоэлектронный умножитель выдает на показывающий прибор, установленный в блоке сигнализации и измерений 7, электрический сигнал, пропорциональный интенсивности световых потоков, рассеянных загрязне-

ниями в эталонной и рабочей жидкостях. В качестве эталонной берется рабочая жидкость, но предварительно профильтрованная так, что концентрация загрязнений значительно ниже допустимой концентрации, оговоренной в ГОСТ [31].

Подача сигнала на показывающий прибор осуществляется последовательно: сначала от эталонной жидкости, затем от контролируемой. Последовательная подача сигнала обеспечивается открытием (или закрытием) шторок 4, установленных на входе световых потоков в рабочую и эталонную кюветы датчика прибора.

Таким образом, измеряя интенсивность светового потока, рассеянного в рабочей жидкости загрязнениями при установленной величине эталонного сигнала (от эталонной жидкости), определяют концентрацию загрязнений в потоке промывочной (рабочей) жидкости.

Окончательный контроль чистоты рабочих или моющих жидкостей заключается в лабораторном анализе количества и размеров посторонних примесей в пробе жидкости (100 см^3).

В настоящее время применяют (первые два) и разрабатывают (третий) следующие методы контроля чистоты жидкостей:

осаждение загрязняющих примесей с последующим их подсчетом под микроскопами МИМ-7, МБИ-6 или МБС-2 с устройством СТ-12 для исследования и фотографирования осадка проб;

фильтрование через бумажный фильтр загрязняющих примесей и далее аналогично первому методу. Для ускорения фильтрования пробы применяется вакуумирование со скоростью фильтрования не более 100 капель жидкости в минуту;

фильтрование через мембранный фильтр [29] загрязняющих примесей с последующим их подсчетом под телевизионным микроскопом МТ-2 или в сочетании последнего с микроскопом МБИ-6.

Первые два способа микроскопического анализа заключаются в подсчете микрочастиц, осажденных на фильтр или стекло, и определении под микроскопом их размеров. Они дают довольно высокую точность измерения, но обладают такими крупными недостатками, как дискретность получения информации и субъективные ошибки оператора.

Через окуляр микроскопа оператор просматривает пробу, развертываемую по строкам. При этом в поле его зрения находится шкала с рисками, частицы тарируются "на глаз" по рискам и заносятся в ту или иную размерную группу.

Такие способы отличаются низкой производительностью: лаборант производит подсчет максимальной скоростью 800 . . . 1000 объектов в день. Еще медленнее определяют размеры объектов. В случае, если частица имеет круглую форму, то скорость измерения составляет 100 — 200 частиц в день. Если частица некруглой формы, скорость измерения значительно меньше. Причиной низкой производительности являются утомляемость оператора и несовершенство отсчетных устройств в окуляре микроскопа. Для облегчения труда оператора, улучшения качества контроля и снижения его

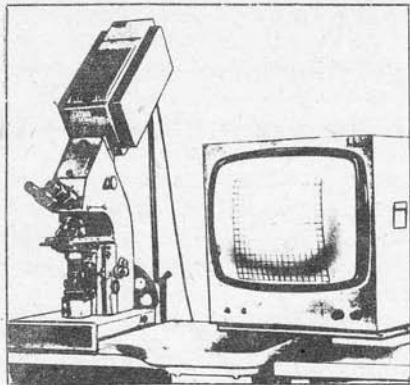


Рис. 5. 8. Общий вид телевизионного микроскопа МТ-2

трудоемкости был создан телевизионный микроскоп МТ-2 (рис. 5.8), предназначенный для автоматизированного подсчета механических примесей на фильтрах.

Микроскоп МТ-2 оснащен специальным счетно-решающим устройством, позволяющим автоматизировать процесс подсчета гранулометрического состава механических примесей, классификацию их по размерным группам и производить запись результатов анализов в контрольной карте с помощью пишущей машинки.

Микроскоп предназначен для визуального контроля количества, определения размеров и площади частиц на контрольном фильтре. Сочетание МТ-2 с телевизионной установкой позволяет вести наблюдение за объектом исследования как непосредственно с помощью бинокля микроскопа, так и с вынесением изображения на экран видеоконтрольного устройства. Это создает благоприятные условия для наблюдения при длительном периоде работы и дает возможность увеличить производительность в 4 – 5 раз.

5.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОМЫВКИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОСИСТЕМ

Промывка трубопроводных коммуникаций выполняется или на несостыкованных агрегатах ($\Phi 1$, $\Phi 2$, Кр), или на полностью собранном самолете (вертолете).

Промывка трубопроводных коммуникаций гидросистемы с отключенными агрегатами состоит из следующих операций: подготовки к промывке; промывки трубопроводных коммуникаций с отключенными агрегатами; контроля качества промывки.

Перед промывкой трубопроводных коммуникаций гидросистемы рабочие фильтры системы заменяют технологическими, в которых перепуск-

ные клапаны заглушены: затем необходимо проверить постановку технологических фильтров.

Замену обратных клапанов и дросселей технологическими переходниками и закольцовывание агрегатов производят в соответствии с разд. 5.1 по схеме кольцевания трубопроводных коммуникаций, разработанной в ОКБ или СКО. Баки и насосы не подсоединяют.

Перед соединением трубопроводов в кольцо следует снять заглушки, колпачки, целлофан и т.п. со свободных, не присоединенных к штуцерам гидроагрегатов концов трубопровода. Затем открытые концы труб соединяют между собой предварительно промытыми технологическими фитингами, трубопроводами и шлангами.

П р и м е ч а н и е. Снимать заглушки и колпачки с трубопроводов можно только непосредственно перед установкой технологической арматуры и соединением трубопроводов с технологическими агрегатами.

Стенды следует заправлять рабочей жидкостью согласно требованиям, изложенным в разд. 5.2.

По окончании кольцевания трубопроводов и его контроля приступают к промывке трубопроводных коммуникаций гидросистем. Расход жидкости при промывке должен быть не менее 100 л/мин, для чего следует применять насосы с повышенной подачей. Время промывки выбирают в зависимости от длины промываемого трубопровода.

Длина промываемых трубопроводных ком- муникаций, м	8	10	12	14	18	Свыше 18
Время промывки, мин	20	25	40	60	80	100

П р и м е ч а н и е. Для особо ответственных участков гидросистем это время может быть увеличено.

Температура рабочей жидкости во время промывки не должна превышать + 80 °С, а давление не должно быть выше суммы гидросопротивлений промываемых трубопроводных коммуникаций и стенда в соответствии с указанием в ТУ разработчика (ОКБ).

Промывку трубопроводных коммуникаций следует выполнять в следующей последовательности:

установить промывочный стенд с заправленным баком около агрегата или собранного самолета (вертолета) и подключить электрожгут питания электродвигателя, который приводит в движение насос;

снять с наконечников шлангов гидростенда заглушки, промыть концы шлангов и подсоединить их к промываемой магистрали по схеме кольцевания;

установить давление согласно чертежу или ТУ;
проверить трубопроводы и места их соединений на отсутствие течи (при обнаружении течи устранить ее или заменить трубопровод);
включить гидростенд и промыть трубопроводные коммуникации;
переключить по окончании промывки трубопроводных коммуникаций

трехпозиционный кран стенда для прокачки моющей жидкости через контрольный фильтр (оптический) или прибор объективного контроля (типа ФСК-1), прокачать через них жидкость; при наличии загрязнений более допустимой величины снова повторить операцию промывки до требуемой чистоты. Контроль качества промывки трубопроводных коммуникаций произвести в соответствии с разд. 5.2;

выключить стенд по окончании промывки и удалить из трубопроводных коммуникаций гидросистемы рабочую жидкость; жидкость из кольцованного трубопровода слить через линию слива гидросистемы самолета (вертолета) в стенд или при помощи чистого сжатого азота под давлением (0,3 . . . 0,5 МПа). Операция слива гидросмеси из трубопроводных коммуникаций является обязательной.

П р и м е ч а н и е. Запрещается для этой цели применять сжатый воздух; отсоединить сливной шланг промывочного стенда, отключить электрическое питание, после чего стенд транспортировать в специальное помещение для промывки фильтров стенда.

Технологические фильтры снять, промыть и установить снова или заменить их новыми.

По окончании промывки и контроля снять технологические фитинги и рукава и подключить трубопроводы ко всем гидравлическим агрегатам, за исключением гидроагрегатов, которые отключаются при проверке герметичности и промывки гидросистемы.

Свободные концы трубопроводов, по которым осуществляется разъем гидросистемы при членении самолета (вертолета) на агрегаты, а также концы трубопроводов, не подсоединенных к гидроагрегатам, после окончания работ закрыть заглушками и опломбировать. Произвести монтаж трубопроводов, не подвергавшихся промывке, например трубопроводов, которые были закольцованы. Поставить пломбы на соединения трубопроводов с гидроагрегатами.

В паспорте агрегата (Кр, Ф1, Ф2), самолета или вертолета сделать отметку о промывке трубопроводов гидросистемы.

5.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОМЫВКИ СОБРАННЫХ ГИДРОСИСТЕМ

Промывать гидросистемы рекомендуется в ЦОС после завершения монтажа промытых трубопроводных коммуникаций, гидроагрегатов или после проверки системы на герметичность смесью рабочей жидкости с люминесцентным составом перед испытанием системы на работоспособность.

Для улучшения удаления из гидросистем продуктов износа трущихся деталей гидроагрегатов необходимо промывать гидросистемы при функционирующих гидроагрегатах. На время промывки системы отключаются только гидроагрегаты, особо чувствительные к загрязнениям.

П р и м е ч а н и е. Во время промывки гидросистемы разрешается ее частичная отработка и регулировка.

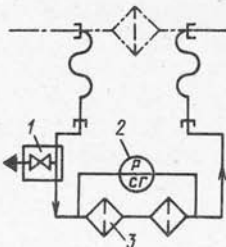


Рис. 5. 9. Принципиальная схема приставки с технологическим блоком фильтров:

1 – пробоотборник; 2 – датчик давления; 3 – блок фильтров

Не следует подсоединять при промывке следующие агрегаты: баки, насосы, гидроусилители, рулевые машинки автопилота и гидроаккумуляторы.

Примечание. Если невозможно кольцевание гидроусилителей со встроенными фильтрами, разрешается заменять эти фильтры технологическими и промывать систему с гидроусилителями.

На время промывки рекомендуется устанавливать технологические фильтры и технологические приставки с фильтрами и пробоотборниками для очистки и контроля чистоты рабочей жидкости (рис. 5.9).

Примечание. Для гидросистем самолетов тяжелого класса взамен самолетных сливных фильтров целесообразно устанавливать в систему с помощью гибких фторопластовых рукавов специальную технологическую приставку, содержащую блок фильтров с тонкостью фильтрации 12 ... 16 и 5 ... 8 мкм, и пробоотборник.

На время промывки технологические переходники следует заменить технологическими дросселями, диаметры отверстий которых должны соответствовать диаметрам, указанным в технической документации ОКБ.

При большой конструктивной сложности гидросистемы рекомендуется промывать ее по отдельным участкам. В этом случае в технологии промывки необходимо указать порядок ведения процесса по участкам.

Промывка гидросистемы включает следующие операции: подготовку к промывке, заправку системы рабочей жидкостью, промывку работающей гидросистемы, контроль качества промывки.

Перед промывкой гидросистемы необходимо закончить и тщательно проконтролировать выполнение следующих работ:

стыковку агрегатов самолета (вертолета);

соединение трубопроводов гидросистемы в местах разъема агрегатов самолета (вертолета);

монтаж гидравлической системы;

монтаж системы бортового оборудования, смежной с гидравлической, если эти системы функционально связаны между собой.

При соединении трубопроводов снять заглушки и колпачки со свободных концов труб, не подсоединенных к штуцерам гидроагрегатов. Открытые концы труб соединить между собой предварительно промытыми технологическими фитингами, а также технологическими трубопроводами и шлангами.

Примечание. Снимать заглушки и колпачки с трубопроводов разрешается только непосредственно перед установкой технологической арматуры.

Подготовленная к промывке гидросистема заправляется чистой рабочей жидкостью (например, маслом АМГ-10 или 7-50С-3 или НГЖ-4 и др.) в состоянии поставки.

Технологический процесс заправки гидросистем и стенов будет описан в следующем разделе.

Гидравлическую систему промывают при следующих условиях:

расход жидкости не менее 100 л/мин; это достигается при использовании насосов, подача которых в 1,5 – 2 раза больше подачи насоса гидросистемы, об этом должно быть дано соответствующее указание в чертежах гидросистемы, выпущенных ОКБ разработчика или СКО завода;

пульсация моющей жидкости не должна уменьшаться, поэтому не следует применять в промывочных стендах гидроаккумуляторы и низкооборотные насосы с небольшим количеством плунжеров;

температура рабочей жидкости гидросистемы при промывке не должна превышать $+80^{\circ}\text{C}$;

каждый гидравлический агрегат должен многократно сработать во время промывки системы; количество срабатываний отдельных гидросистем указывают ОКБ или СКО завода в ТУ или чертежах;

время промывки гидросистемы определяется временем срабатывания агрегатов гидросистемы, но не должно быть менее 1 ч.

Промывку гидросистемы выполняют в следующей последовательности:

после окончания всех подготовительных работ стенд подключают к гидросистеме самолета (вертолета), а также к электросети и заводской сети сжатого воздуха;

устанавливают или включают сигнал "ВЕДЕТСЯ ПРОМЫВКА СИСТЕМЫ";

включают гидронасос стенда и промывают систему;

включают гидроагрегаты самолета (вертолета) с промывочного стенда или из кабины экипажа. Во время промывки гидросистемы необходимо проверить герметичность подключенных гидроагрегатов и не допускать попадания жидкости на агрегаты, электрожгуты и готовые изделия бортового оборудования самолета (вертолета);

после окончания промывки переключают трехпозиционный кран на прокачку жидкости через оптический контрольный фильтр или прибор объективного контроля (типа ФСК-1) и производят прокачку жидкости в течение 5 мин;

отключают стенд, включают подсвет контрольного фильтра и производят контроль чистоты жидкости;

при наличии в стенде средств объективного контроля чистоты производят контроль при работающем стенде;

промывку гидросистемы следует повторить, если при предварительном контроле чистоты на фильтроэлементе контрольного фильтра обнаружены частицы загрязнений или (при наличии прибора объективного контроля) концентрация загрязнений в промывочной жидкости превышает допустимую величину;

после окончания промывки и контроля переключают кран стенда на линию отбора проб жидкости (пробоотборника);

прокачивают жидкость через пробоотборник в течение 5 мин, после чего берут пробу рабочей жидкости. Все пробы направляют в лабораторию для проведения микроскопического анализа.

П р и м е ч а н и е. В зависимости от конструктивных особенностей гидросистемы места отбора проб оговариваются ОКБ разработчика или СКО завода;

если по результатам контроля будет установлено, что чистота внутренних полостей гидросистемы отвечает требованиям ТУ в соответствии с ГОСТ [31], в технологическом паспорте самолета (вертолета) следует сделать отметку о промывке системы;

выключают стенд для промывки гидросистемы, отключают электропитание, отсоединяют воздушный шланг, гидрошланги и рукава, закрывают колпачками наконечники шлангов и бортовые штуцера заправки гидросистемы, после чего сдают стенд на промывку фильтров;

жидкость после промывки гидросистемы не сливают.

П р и м е ч а н и я. 1. Если гидросистема промывалась после проверки ее герметичности люминесцентным составом, жидкость следует слить.

2. Отбор проб жидкости из гидросистемы производят в соответствии с методическими указаниями по назначению и определению классов чистоты по ГОСТ [31].

Для своевременного удаления из гидросистемы отфильтрованных загрязнений после окончания промывки рекомендуется снять и проверить на чистоту и пропускную способность все технологические фильтры. Промытые технологические фильтры вновь устанавливают на самолет (вертолет) и включают в гидросистему.

Снимать и заменять технологические фильтры следует перед сдачей изделия заказчику.

Далее необходимо подсоединить трубопроводы к тем гидроагрегатам, которые на время промывки не были подключены, предварительно сняв заглушки, технологические трубопроводы и другую технологическую арматуру. Все макетные гидроагрегаты и технологические дроссели заменить агрегатами, предусмотренными чертежами.

5.5 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЗАПРАВКИ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ И ГИДРОСИСТЕМ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТЬЮ ЗАКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Гидросистемы изделий следует заправлять чистой, не бывшей в употреблении рабочей жидкостью перед испытанием систем на работоспособность, а также обязательно перед отправкой изделия в КИС или ЛИС.

П р и м е ч а н и е. Допустимый процент объемного соотношения чистой и несливаемого остатка очищенной жидкостей согласовывается СКО завода и разработчиком для каждого типа гидросистем изделия.

Заправку гидросистем рабочей жидкостью производят только закры-

тым способом с помощью станда для заправки гидросистем, а список слесарей-монтажников, производящих заправку гидросистем, утверждается приказом начальника ЦОС.

При заправке гидросистемы рабочей жидкостью **запрещается** выполнять на изделии другие виды работ, а также **категорически запрещается** заправлять гидросистемы изделий рабочей жидкостью из тары завода-изготовителя.

На каждом бидоне с жидкостью должна быть бирка с указанием марки жидкости, завода-изготовителя, партии, пуска, номера и даты свидетельства химической лаборатории о годности партии жидкости, даты выдачи со склада.

Баки испытательных стандов (гидрозаправщиков) следует заправлять рабочей жидкостью в закрытом помещении в специально отведенном месте или методом выдавливания с помощью специального приспособления (см. рис. 5.5), а также согласно указаниям разд. 5.2. Жидкость, хранящуюся на складе во вскрытой таре, использовать для заправки **запрещается**.

Перед поступлением жидкости в цех-потребитель бидон должен быть тщательно очищен от консервирующей смазки. На наружной поверхности бидона не должно быть грязи, пыли и следов коррозии. Вскрывать бидоны с жидкостью необходимо только путем распайки горловины, что исключает попадание загрязнений в бидон.

Примечания: 1. Категорически запрещается вскрывать бидоны с рабочей жидкостью молотком и отверткой.

2. Запрещается опрокидывать тару и взбалтывать в ней жидкость при заполнении баков гидрозаправщиков.

Заправочные станды должны быть оборудованы на выходе жидкости из станда фильтрами с тонкостью фильтрации 5 ... 8 мкм.

В технической документации на станд для заправки гидросистем изделий должен быть протокол Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) о чистоте и годности рабочей жидкости для заправки бортовых гидросистем. В документации на заправку гидросистемы должны быть указаны места удаления воздуха из магистрали гидросистемы.

Перед заправкой гидросистемы изделия проверить давление зарядки гидроаккумулятора, которое должно соответствовать ТУ разработчика системы.

Перед подключением станда для заправки гидросистемы необходимо промыть штуцер и наконечник шланга бензином, подсоединить гидронасосы и заменить технологические фильтры фильтрами, указанными в чертежах ОКБ разработчика.

Заправка гидросистемы изделия закрытым способом производится путем подключения станда к разъемным клапанам бортовой системы. Для этого следует включить станд и заправить бак гидросистемы рабочей жидкостью. Уровень заправки, контролируемый уровнем станда, должен находиться между верхним и нижним пределами мерной шкалы.

Далее заправочный станд отсоединяют и подсоединяют к бортовым

разъемным клапанам стенд для испытания гидросистемы на работоспособность (см. рис. 7.1).

Под действием созданного в гидросистеме рабочего давления жидкость прокачивают через систему, срабатывая исполнительными механизмами 5–10 раз для полного заполнения системы жидкостью и удаления из нее воздуха через трубопроводы и агрегаты.

Удалять воздух следует, открывая краны для слива отстоя в фильтрах, ослабляя накидные гайки трубопроводов в местах, специально указанных в чертежах или ТУ ОКБ разработчика или СКО завода, а также отвинчивая пробки для выпуска воздуха. При этом необходимо строго соблюдать очередность ослабления накидных гаек и отвинчивания пробок, указанных в документации. Для удаления воздуха из тупиковых линий трубопроводов нужно ослабить накидные гайки трубопроводов, подходящих к разъемным клапанам контрольных манометров, сигнализаторам давления, датчикам электродистанционных манометров, гидроаккумуляторам, тормозным клапанам или штуцерам тормозных камер и цилиндров.

Удалять воздух следует до тех пор, пока в баке гидросистемы не прекратится пенообразование. Выпускаемая через любое ослабленное соединение системы жидкость должна идти ровной струей без пены. Сливаемую жидкость можно собирать в емкости.

Для удаления воздуха из тормозных систем, оборудованных колесами с тормозными камерами, необходимо:

подсоединить один конец специального шланга к сливному штуцеру на тормозном колесе, другой конец шланга опустить в сосуд с рабочей жидкостью;

создать давление в тормозной системе (гидроаккумуляторы в системе должны быть заряжены) с помощью гидронасоса заправочного стенда или бортовой насосной станции с электроприводом;

выпустить часть рабочей жидкости из гидросистемы торможения через шланг в сосуд с рабочей жидкостью при последовательном срабатывании агрегатов основной и аварийной тормозных систем, ослабив заглушки на штуцерах (угольниках) колес. Во время торможения из шланга, погруженного одним концом в сосуд, будет выходить жидкость с пузырьками воздуха. Торможения следует повторять до полного удаления воздуха, т.е. до момента прекращения выделения пузырьков из сливаемой емкости рабочей жидкости (перечисленные операции должны быть выполнены со всеми тормозными камерами);

отсоединить специальный шланг, убрать емкость со слитой из тормозных систем жидкостью, подключить к сливному штуцеру каждого тормозного колеса шланг для нагнетания рабочей жидкости из стенда, включить заправочный гидронасос и прокачать 8 ... 10 л рабочей жидкости через сливные штуцера (или угольники) колес в основную, а затем в аварийную системы торможения;

отсоединить шланги стенда от штуцеров (угольников) на колесах, закрепить на штуцерах заглушки, законтрить и опломбировать заглушки.

Для удаления воздуха из тормозных систем, оборудованных колесами с дисковыми тормозами, необходимо провести следующие операции:

1. Присоединить по очереди к свободным штуцерам тормозных барабанов каждого из колес шланг для нагнетания гидросмеси из стенда;

2. Включить заправочный гидронасос и прокачать жидкость из заправочного бака стенда в бак гидросистемы самолета или вертолета.

П р и м е ч а н и е. Можно использовать специальное упрощенное приспособление с гидронасосом подачей не более 5 л/мин. Жидкость подается под давлением 2,0 ... 3,0 МПа (20 ... 30 кгс/см²). Приспособление должно быть оборудовано фильтром тонкой очистки жидкости;

3. Во время прокачки рабочей жидкости удалить воздух из основной тормозной системы, ослабляя накидные гайки трубопроводов, подходящих к гидровыключателям, датчикам электродистанционных манометров, контрольным манометрам;

4. После выполнения операций изложенных в п. 1 ... 3, отсоединить шланг нагнетания стенда от штуцера колеса и подключить к штуцеру челночного клапана выключенной линии стояночного торможения. Переложить золотник челночного клапана. Повторить для всех челночных клапанов эту операцию, а также операции, описанные в п. 1 ... 3, и удалить воздух из линии стояночного торможения путем ослабления накидных гаек трубопроводов стояночного торможения в местах подсоединения трубопроводов к гидроагрегатам, а также к редукционному клапану стояночного торможения.

П р и м е ч а н и е. Если в начале заполнения системы челночные клапаны были установлены с золотниками, переложенными на стояночное торможение, то рабочую жидкость следует пропустить сначала через систему стояночного торможения, а затем через основную систему;

5. Перекладка золотника челночного клапана после прокачки гидросистемы стояночного торможения производится так же, как указано в п. 4.

Далее следует повторить переходы операций, описанные в п. 1 ... 3, и удалить воздух из линии аварийной системы торможения, переложить золотники челночных клапанов на аварийное торможение в порядке, аналогичном указанному в п. 4;

6. Отсоединить шланги стенда, поставить и опломбировать заглушки.

Проверить, нет ли течи рабочей жидкости. При обнаружении течи в соединении снять давление жидкости и подтянуть накидную гайку до полного устранения течи, законтрить и опломбировать соединение. Особое внимание при этом должно быть обращено на соединения, подвергающиеся частичному или полному разьему на время заправки гидросистемы. Все пробки для удаления воздуха должны быть закрыты, ослабленные накидные гайки затянуты, а краны слива отстоя из фильтров и баков — плотно закрыты.

Отключив стенд, снять давление в системе и проверить уровень жидкости в баке. При необходимости бак дозаправить или слить излишки жидкости.

5.6. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОСИСТЕМ, СОБРАННЫХ ГИДРОСИСТЕМ И ИХ ЗАПРАВКИ

Для промывки трубопроводных коммуникаций гидросистем потоком рабочей жидкости рекомендуется применять стенд, принципиальная схема которого приведена на рис. 5.10.

Для промывки собранных гидросистем применяется специализированный стенд (рис. 5.11). Разъемный клапан 7 во время промывки подсоединен к бортовым зарядным штуцерам гидросистемы, вентили 6 открыты, а четырехходовый кран 10 поставлен в положение "промывка", при котором контрольные фильтры или прибор 8 отключены и рабочая жидкость из линии слива гидросистемы проходит через кран 10 и блок фильтров тонкой очистки 11 в бак стенда 1 через масловоздушный радиатор 12.

Для предварительного контроля чистоты жидкости при промывке четырехходовой кран 10 переключается в положение "контроль", тогда жидкость идет через контрольный фильтр или прибор 8.

Для закрытой заправки гидросистем изделий и баков рекомендуется применять стенды с принудительной подачей жидкости (рис. 5.12.).

Для очистки жидкости при заправке бака стенда из тары завода-изготовителя без предварительного отстаивания рабочей жидкости в стенде применена центрифуга.

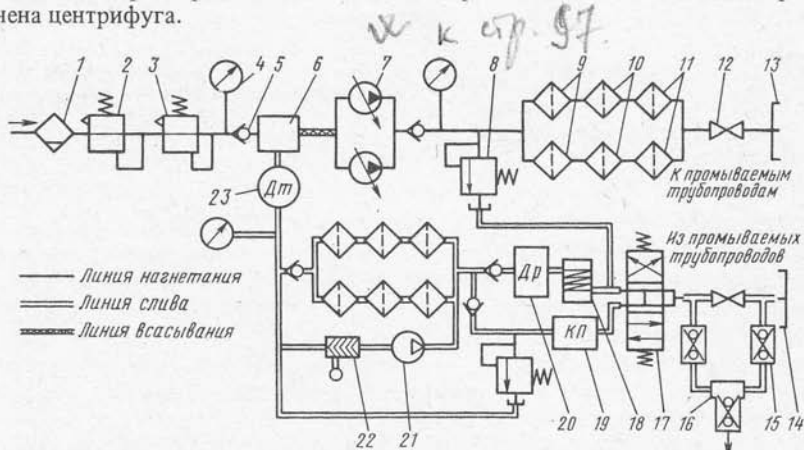


Рис. 5.10. Принципиальная схема стенда для промывки трубопроводных коммуникаций гидросистемы:

1 – фильтроотстойник; 2, 3 – редукторы воздушные (2 – на 50 атм, 3 – на 1,5 – 2 атм); 4 – манометр; 5 – обратный клапан; 6 – бак; 7 – гидронасос; 8, 15 – клапаны (8 – предохранительный, 15 – разъемный); 9, 10, 11 – фильтры (9, 11 – грубой и тонкой очистки, соответственно, 10 – магнитный); 12, 17 – краны (12 – вентильный, 17 – трехходовой); 13, 14 – коллекторы (13 – нагнетания, 14 – линии слива); 16 – место для отбора проб; 18 – радиатор масловоздушный; 19 – место установки оптического фильтра или прибора; 20 – датчик-расходомер; 21 – термопара; 22 – центрифуга; 23 – датчик температуры

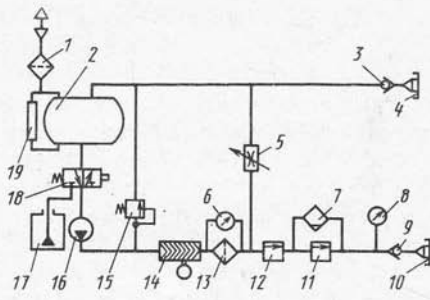
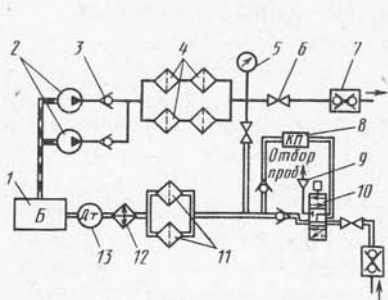
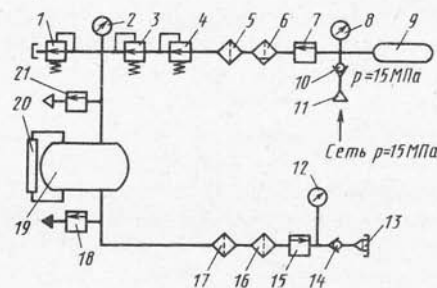


Рис. 5. 11. Принципиальная схема стенда для промывки гидросистемы: 1 – бак; 2 – насос; 3, 7 – клапаны (3 – обратный, 7 – разъемный); 4 – блок фильтров; 5 – манометр; 6 – вентиль; 8 – контрольный фильтр или прибор; 9 – пробоотборник; 10 – четырехходовой кран; 11 – фильтр с тонкостью фильтрации 5 ... 8 мкм; 12 – масловоздушный радиатор; 13 – датчик температуры

Рис. 5. 12. Принципиальная схема стенда для заправки гидросистемы изделия: 1, 13 – фильтры (1 – воздушный, 13 – с тонкостью фильтрации 5 ... 8 мкм); 2 – гидробак; 3, 4, 9, 10, 15 – клапаны (3, 9 – обратные, 4 – слива, 10 – нагнетания, 15 – предохранительный); 5 – дроссель; 6 – датчик перепада давления; 7 – пробоотборник; 8 – манометр; 11, 12, 18 – краны (18 – электромагнитный); 14 – центрифуга; 16 – насос постоянной подачи; 17 – штуцер всасывания жидкости из тары завода-поставщика; 19 уронемер

Рис. 5. 13. Принципиальная схема стенда для заправки баков гидравлических стандов:

1, 10, 13, 14 – клапаны (1 – предохранительный, 10, 14 – обратные, 13 – зарядный); 2, 8, 12 – манометры; 3, 4 – воздушные редукторы; 5, 6, 16, 17 – фильтры (5 – воздушный, 6 – фильтр-влагоотделитель, 16, 17 – с тонкостью фильтрации 5 ... 8 и 12 ... 16 мкм соответственно); 7, 15, 18, 21 – краны (18 – слива жидкости из гидробака); 9 – баллон, 11 – зарядный штуцер, 19 – гидробак; 20 – уронемер



Стенд для закрытой заправки гидросистем позволяет производить: наполнение бака стенда рабочей жидкостью из тары завода-изготовителя методом перекачки; промывку гидроагрегатов и трубопроводов стенда путем закольцовки линий нагнетания и слива; заправку рабочей жидкостью гидросистем изделий и баков стандов; слив рабочей жидкости из изделия в бак стенда. Для закрытой заправки баков стандов рекомендуется применять станды с подачей жидкости методом выдавливания (рис. 5.13).

5.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОМЫВКИ ЭЛЕМЕНТОВ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

Выше было сказано, что промывка топливных систем рабочими жидкостями в АСЦ и ЦОС не проводится из-за соображений пожарной безопасности. В серийном производстве промывку проводят по элементам топливных систем (баковым отсекам крыла, мягким и подвесным бакам, фюзеляжным бакам, бакам-кессонам и др.). Промывку топливных систем рабочей жидкостью осуществляют в ЛИС или КИС. Все элементы топливных систем промывают негорючими водными растворами, наиболее эффективными из которых являются водные растворы препаратов: МС-6 в концентрации 4 ... 5 г/л, уайт-спирита — 8 г/л; МС-8 — 1 ... 2 г/л; сульфанола — 2 ... 3 г/л, моноэтиламина — 8 ... 10 г/л, уайт-спирита 15 ... 20 г/л.

Промывка элементов топливных систем состоит из следующих операций: подготовки к промывке, промывки, ополаскивания, контроля качества промывки, сушки промывного бакового отсека. Перед промывкой рабочие фильтры отсеков следует заменить технологическими, заглушив в них переходные клапаны. Затем необходимо снять и заменить технологическими заглушками заливные горловины баковых отсеков и установить необходимую технологическую арматуру на баковые отсеки.

Промываемый элемент устанавливают на стенде только в специальных ложементх и крепят в предусмотренных установочными чертажами местах, применяя для крепления только крепежные элементы стенда.

Перед подсоединением технологической арматуры следует снять заглушки, колпачки, целлофан и т.д. со свободных концов трубопроводов и фитингов баковых отсеков. Затем к открытым концам трубопроводов и фитингов элементов подсоединяют предварительно промытые технологические переходники, фитинги и шланги.

После окончания подготовки к промывке топливного отсека и установки его на промывочном стенде приступают к промывке внутренних полостей бакового отсека. Скорость движения и расход моющей жидкости при промывке топливных отсеков должны обеспечивать гарантированный отрыв и транспортировку частичек загрязнения, а также минимальный уровень наполнения жидкости в емкости при промывке свободными незатопленными вращающимися и перемещающимися струями (при промывке вращением — 30–35 % от объема емкости, при промывке вращением с вибрацией в 20 ... 25 Гц и амплитудой 0,2 ... 0,4 мм — 40–45 %).

Давление моющей жидкости при промывке топливных отсеков должно быть равным сумме гидросопротивлений промываемых магистралей и стенда и не превышать допустимых давлений, оговоренных в ТУ на топливный отсек. Температура моющей жидкости во время промывки должна быть 40 ... 50 °С. Время промывки топливного бака в зависимости от его конструкции определяется опытным путем.

Промывку топливных отсеков выполняют в следующей последовательности:

устанавливают подготовленный к промывке топливный отсек на промывочный стенд, подсоединив к нему необходимые магистрали; включают промывочный стенд и производят промывку топливного отсека моющим раствором;

переключают стенд после промывки моющим раствором и производят ополаскивание внутренней поверхности бака обессоленной водой, последние 5 мин прокачивая воду через контрольный прибор;

выключают промывочный стенд и включают продувку сухим сжатым воздухом, подогретым до 100 ... 120 °С; продувают систему в течение 15 мин до полного удаления влаги из внутренней полости топливного отсека;

отсоединяют магистрали стенда от топливного отсека;

снимают топливный отсек с промывочного стенда, установив на нем необходимые технологические заглушки, и передают в дальнейшее производство;

производят контроль чистоты моющей жидкости в соответствии с разд. 5.2.

По окончании промывки бакового отсека следует:

снять технологические фильтры стенда, промыть и установить их обратно;

снять заглушки с заливных горловин и установить заливные горловины в топливный отсек;

снять технологическую арматуру с топливного отсека;

установить на свободные концы трубопроводов, фитингов транспортировочные технологические заглушки;

поставить пломбы на соединениях, восстановленных после промывки.

В паспорте топливного отсека необходимо сделать отметку о промывке.

5.8. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ТОПЛИВНЫХ ОТСЕКОВ

Для предварительной промывки элементов применяется установка, приведенная на рис. 5.14. Установка действует следующим образом. Открывается вентиль 1, и бак 2 заполняется моющей жидкостью. Затем включается насос 9, открывается вентиль 3, и моющая жидкость поступает через коллектор 7 к форсункам 5, из которых выбрасывается в виде свободных незатопленных вращающихся и перемещающихся струй на поверхность

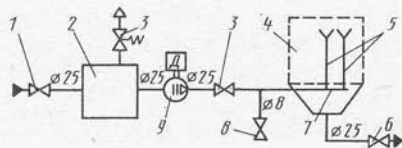


Рис. 5.14. Схема установки для промывки отсеков топливного бака моющими жидкостями на водной основе:

1, 3, 6, 8 – вентили (1, 3, 6 – 15К418П; 8 – 652-80М); 2 – бак; 4 – промываемый отсек бака; 5 – форсунки; 7 – коллектор; 9 – насос ЗХ-9Л-3-51

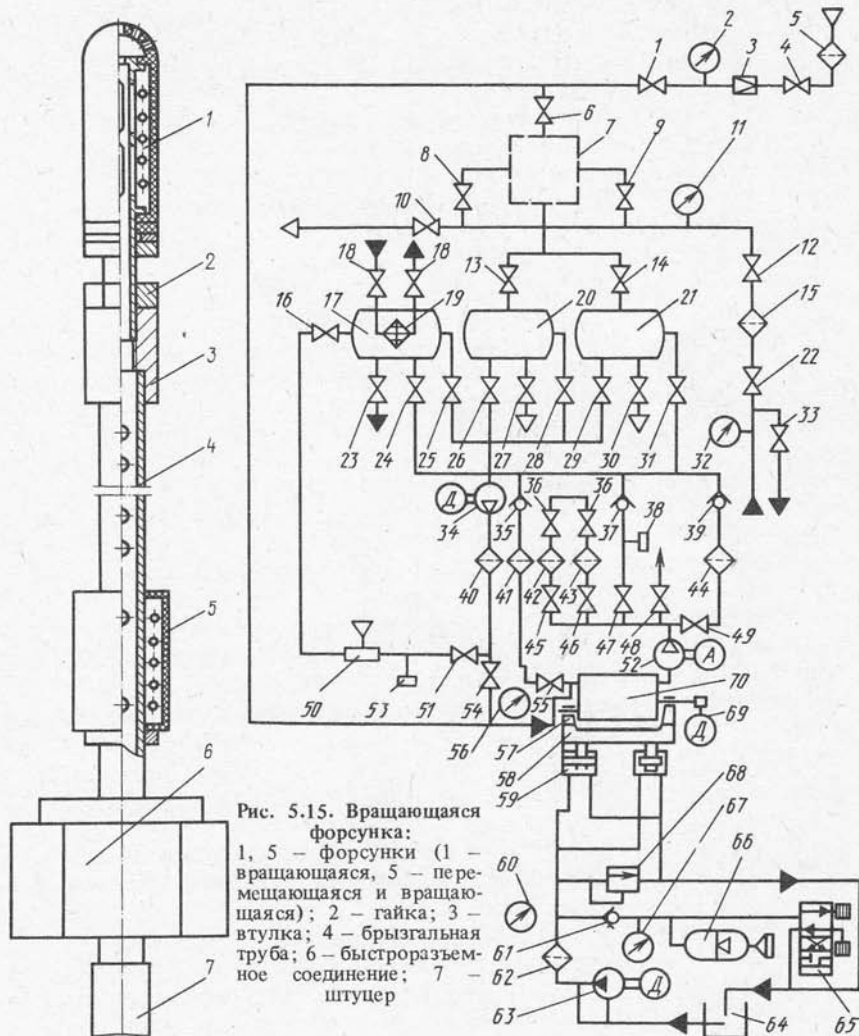


Рис. 5. 16. Схема установки для промывки внутренних поверхностей собранных топливных емкостей (баковых отсеков):

1, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 22, 23 ... 31, 33, 36, 45 ... 49, 51, 54, 55 - запорные вентили; 2, 11, 32, 56, 60, 67 - манометры; 3 - воздушный редуктор; 5, 15, 40 ... 44, 62 - фильтры (41 - контрольный); 7 - установка ИОН-4; 17, 20, 21, 64 - баки; 19 - нагреватель; 34, 52, 63 - насосы; 35, 37, 39, 61, 68 - клапаны (35, 37, 39, 61 - обратные, 68 - предохранительный); 38, 53 - пробоотборники; 50 - смеситель; 57 - опора; 58 - стпель; 59 - рулевые машинки; 65 - распределитель; 66 - гидроаккумулятор; 69 - двигатель привода вращения; 70 - промываемая топливная емкость

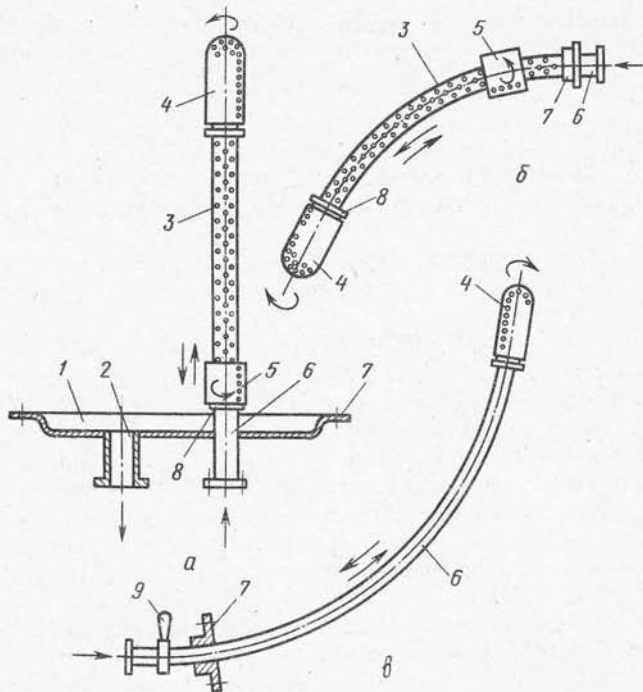


Рис. 5. 17. Жидкостно-струйные аппараты низкого давления для промывки топливных емкостей:

а – форсунка, вращающаяся и перемещающаяся на брызгальной трубе со сливным трубопроводом; *б* – форсунка, вращающаяся и перемещающаяся на брызгальной трубе; *в* – форсунка, вращающаяся на перемещающем трубопроводе подачи жидкости; 1 – поддон; 2 – трубопровод слива моющей жидкости; 3 – брызгальная труба; 4 – вращающаяся форсунка; 5 – вращающаяся и перемещающаяся форсунка; 6 – трубопровод подачи моющей жидкости; 7 – фланец крепления к промываемой емкости; 8 – упор; 9 – ручка

промываемого элемента 4. Загрязнения вместе с моющей жидкостью сливаются через открытый вентиль 6 в систему слива моющей жидкости.

В качестве оснастки для промывки элементов топливных систем применяют вращающиеся и перемещающиеся форсунки (рис. 5.15), принцип действия которых следующий. Во внутреннюю полость брызгальной трубы 4, вращающихся и перемещающихся форсунок 1 и 5 поступает моющая жидкость и через сопла выбрасывается. Под действием реактивных сил, возникающих при истечении струй моющей жидкости, форсунки начинают вращаться и перемещаться, а выброшенные струи моющей жидкости – двигаться к промываемой внутренней поверхности отсека топливного бака.

Для окончательной промывки собранных топливных баков применяют установку, изображенную на рис. 5.16.

Для окончательной промывки внутренних поверхностей собранных топливных емкостей рекомендуется использовать жидкостно-струйные аппараты низкого давления 0,1 ... 0,8 МПа (рис. 5.17).

ГЛАВА 6 КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

6.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНТРОЛЮ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций в настоящее время является весьма актуальной и острой проблемой. От ее решения зависит надежность гидрогазовых и топливных систем, а следовательно, и ЛА в целом. К примеру можно сказать, что еще до 50-х годов было достаточно произвести контроль герметичности методом мыльной эмульсии или погружения в воду элементов трубопроводных коммуникаций с последующим их монтажом. В настоящее время эти методы контроля герметичности не гарантируют надежность образцов новой техники и необходимый ресурс работы изделий всех типов и классов. Несмотря на это, они еще широко распространены.

К этому необходимо еще добавить, что помимо низкого качества контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов, использование устаревших методов и средств приводит к большим производственным затратам из-за высокой трудоемкости выполнения этих технологических операций.

Трудоемкость методов контроля герметичности агрегатов и систем ЛА, степень механизации и автоматизации этих операций существующими и разрабатываемыми новыми контрольными средствами приведены в табл. 6.1, из которой следует, что помимо низкого качества контроля герметичности объектов, использование устаревших методов и средств приводит к большим производственным затратам из-за большой трудоемкости, необходимости сооружения защитных боксов, бронекламер, дополнительных производственных площадей, и как следствие, к большим экономическим затратам.

При выборе метода и средства контроля герметичности трубопроводных коммуникаций следует иметь в виду:

расположение наиболее вероятных мест негерметичности (утечки) в местах контролируемого объекта с точки зрения доступа к этим местам, а также условия техники безопасности;

допустимую величину утечки в соответствии с ТУ на проверяемый конструктивную возможность применения механизированных или автоматизированных средств и особенно метода вакуумирования (как самого перспективного) проверяемого объекта.

Исходя из изложенного и учитывая, что отказы из-за нарушения герме-

Операция	Трудоемкость метода, %	
	фотохимический, люминесцентный и газозлектро-инфракрасный оптико-акустический	мыльная пена, остаточные следы, эластичные полимеры
Подготовка трубопроводных коммуникаций и их элементов к контролю герметичности (сушка горячим воздухом, обезжиривание поверхности)	100	100
Проверка прочности и герметичности гидравликой	0 – люминесцентный и фотохимический, инфракрасный оптико-акустический	100
Характеристика	100 – газозлектро-акустический	–
Количество ручных операций	50	100
Количество визуальных оценок	0	100
Достоверность контроля	95	40
Механизация контрольно-испытательных операций	70	10
Необходимость сооружения закрытых бронекамер и боксов	0 – люминесцентный, инфракрасный оптико-акустический, 50 – газозлектро-акустический	100 –

точности в эксплуатации ЛА составляет 50 ... 70 % от общего количества отказов по трубопроводным коммуникациям, к выполнению данных технологических операций необходимо привлекать высококвалифицированных слесарей-испытателей и герметизаторщиков.

6.2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ГЕРМЕТИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций является наиболее ответственной операцией при производстве гидрогазовых и топливных систем, от которой во многом зависит надежность ЛА.

Поэтому слесарю-испытателю и герметизаторщику, кроме освоения технологического процесса контроля герметичности трубопроводных коммуникаций, необходимо владеть техническими знаниями в этой области.

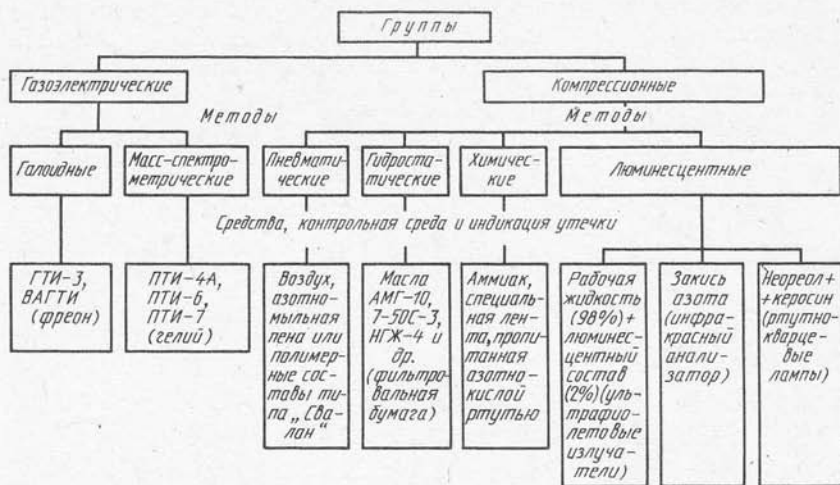


Рис. 6. 1. Классификация методов и средств контроля герметичности

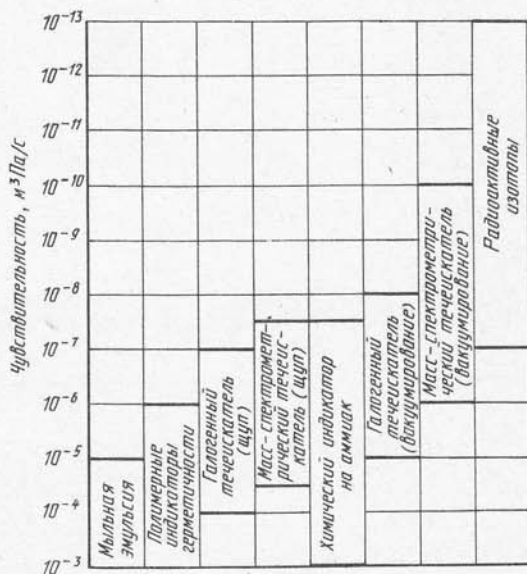


Рис. 6. 2. Диаграмма пределов чувствительности существующих течеискателей

На рис. 6.1. приводится классификация методов и средств контроля герметичности, а на диаграмме (рис. 6.2) приведены пределы их чувствительности. В табл. 6.2 приведены методы и средства контроля герметичности, рекомендуемые для трубопроводных коммуникаций и их элементов.

Метод и средства испытаний	Контрольная среда	Индикация утечки	Объекты и виды испытаний
Гидростатический метод (жидкостью)	Масло АМГ-10, 7-50С-3 или другая рабочая жидкость	Отпотевание; пятно масла на фильтровальной бумаге	Трубопроводные коммуникации гидравлических систем – наружная герметичность
Люминесцентный метод	Смесь масла АМГ-10 (98 %) с люминофором (2 %)	Свечение люминесцентного раствора при облучении ультрафиолетовыми лучами	То же
Манометрический метод (жидкостью)	Масло АМГ-10, 7-50С-3 или другая рабочая жидкость	Падение давления в системе (отсчет по манометру)	Гидроагрегаты системы – внутренняя герметичность
Пневматический метод	Воздух или азот	Появление пузырьков воздуха или азота в пенной эмульсии или в полимерном составе типа "Свалан"	Трубопроводные коммуникации всех систем (кроме гидравлической) – проверка наружной герметичности
Способ щупа с применением масс-спектрометров ПТИ-4А, ПТИ-6, ПТИ-7	Гелий или смесь гелия с воздухом или азотом	Отклонение стрелки прибора при попадании в камеру масс-спектрометра гелия	Трубопроводные коммуникации всех систем (кроме кислородной и гидравлической) – проверка наружной герметичности
Способ щупа с применением теческатора ГТИ-3 и ВАГТИ-4	Фреон или смесь фреона с воздухом или азотом	Отклонение стрелки прибора и звуковой сигнал при попадании в датчик прибора паров фреона	То же
Способ щупа с применением фотоэлектрического газоанализатора	То же	Звуковая или световая сигнализация	"

Для испытаний на герметичность трубопроводных коммуникаций создают избыточное давление, выдерживают его и затем оценивают утечки контрольного вещества из системы.

Степень герметичности, метод контроля, его чувствительность, контрольная среда, давление, время выдержки и другие параметры контроля указываются в чертежах или ТУ ОКБ разработчика или СКО серийного завода.

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций гидрогазовых систем (кроме кислородной) рекомендуется производить с применением рабочей среды или среды, вязкость которой ниже вязкости рабочей среды.

6.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПОМЕЩЕНИЮ, ОБОРУДОВАНИЮ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКЕ

При контроле герметичности конструкции особые требования предъявляются к помещению, в котором проводят испытания. При наличии в атмосфере помещения значительного количества индикаторных веществ (фреона, гелия, аммиака, радиоактивных элементов и т.п.) показания течеискательной аппаратуры будут неточными, а в ряде случаев даже ложными. Поэтому контроль герметичности узлов, агрегатов, систем следует проводить в специальном отдельном помещении с принудительной приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей нормальную работоспособность течеискателей при температуре 20 ± 5 °С.

Если контроль производят масс-спектрометрическим методом с использованием гелия в качестве индикаторного газа, то пик гелия в помещении должен быть не более 1,5 нормального пика при 10–15-кратном обмене воздуха в час. Пик гелия считается нормальным, если содержание гелия в воздухе соответствует $5 \cdot 10^{-4}$ %. Это достигается с помощью приточно-вытяжной вентиляции. При контроле герметичности галоидным методом содержание фреона в атмосфере помещения должно быть меньше индицируемого течеискателем при работе на самой чувствительной шкале. Соответственно при химическом, радиационном и других методах индикаторная масса, пленка, счетчик не должны реагировать на атмосферу помещения, в котором осуществляется контроль.

Помещение для испытаний оборудуют самостоятельной дренажной системой, обеспечивающей продувку воздушно-гелиевой, воздушно-фреоновой и других смесей из проверяемого объекта за пределы корпуса и исключая попадание индикаторного газа в помещение для контроля, а также системой сбора индикаторной смеси для повторных испытаний или системой регенерации индикаторного газа. Расстояние между отверстиями для дренажа и забора воздуха при принудительной приточно-вытяжной вентиля-

ции должно быть не менее 10 ... 20 м, чтобы исключить забор воздуха, выбрасываемого при дренаже.

В помещении создают централизованную разведку чистого сухого воздуха или технически чистого азота с точкой росы не выше -40°C , а также автономные коммуникации трехфазной сети напряжением 220 или 380 В с заземлением.

Помещение, в котором проводят контроль герметичности, должно быть приспособлено для влажной уборки и полной дегазации от индикаторных веществ (т.е. иметь плиточные полы, стены и потолки окрашены масляной краской и т.д.).

Течеискатели, вакуумметры, насосы, вся специальная оснастка и другое оборудование должны соответствовать чертежам, иметь паспорта, аттестаты или другую техническую документацию. Их следует своевременно проверять и эксплуатировать в соответствии с требованиями инструкций по эксплуатации.

При проектировании оснастки, необходимой для создания объемов накопления, следует стремиться к тому, чтобы абсолютная емкость оснастки объема накопления была минимальной, а зазор между поверхностями, образующими объем накопления — равномерным.

Технологическую оснастку (заглушки, штуцера, проходники, угольники и др.) изготавливают с необходимым запасом прочности, чтобы при установке ее на элементы конструкции она не повредилась. В процессе испытаний необходимо применять только омедненные тарированные и обычные ключи.

При контроле необходимо обеспечить замер концентрации индикаторного газа во всех частях емкостей и тупиковых концах трубопроводов, а также возможность стравливания части индикаторных смесей из тупиков в дренаж с целью выравнивания концентрации индикаторного газа по всему проверяемому объекту.

Элементы оборудования, оснастку и инструмент хромируют, воронят или окрашивают в светлые тона.

6.4. ПРИМЕРЫ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ НЕКОТОРЫХ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

Разработанные в последнее время методы и средства контроля герметичности трубопроводных коммуникаций, их элементов, гермокабин и пассажирских салонов можно разделить на две основные группы. В первую группу включены методы и средства, в которых для определения мест расположения утечек (негерметичности) используются жидкие компоненты, в том числе и сжиженный газ. Во вторую группу включены все методы и средства, в которых в качестве рабочей опрессовочной среды используют чистый воздух или азот, воздух в смеси с пробными газами (фреон, гелий и др.) или воздух и азот с различными радиоактивными изотопами.

Дальнейшее деление на подгруппы может быть произведено в зависимости от способов регистрации сквозного дефекта или в зависимости от ТУ и технологического процесса определения течи. Например:

все методы и средства "распознавания" негерметичности без использования каких-

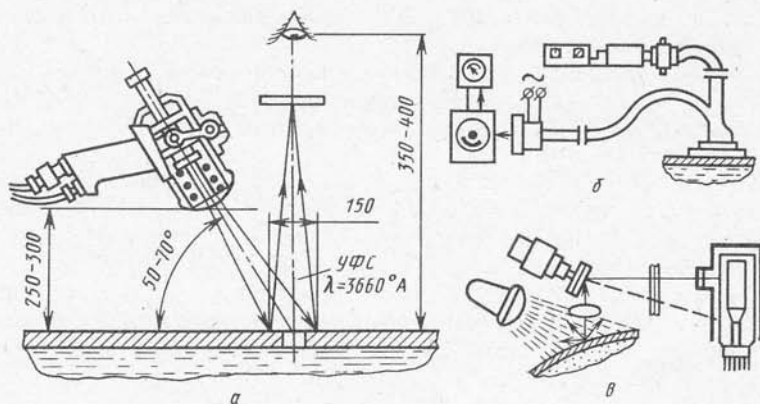


Рис. 6.3. Схемы люминесцентного контроля герметичности

либо электронных устройств (эти методы и средства в практике имеют самое широкое распространение);

создаваемые за последние годы методы и средства, регистрирующие утечку рабочей жидкости или газа электронными устройствами и специальными датчиками, а также изменение тех или иных электрических параметров, возникающих в результате контактов с рабочей жидкостью или газом.

Принципиальные схемы контроля герметичности трубопроводных коммуникаций, их элементов, гермокабин и пассажирских салонов ЛА приведены на рис. 6.3 ... 6.14. Рис. 6.3. ... 6.5 иллюстрируют примеры контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов с применением люминесцентных методов.

Создание фотоэлектрических люминесцентных методов течеискания с пределом чувствительности $9,9 \cdot 10^{-11}$ л·мкм рт.ст./с позволит в автоматическом режиме проверить одновременно прочность и герметичность.

На рис. 6.3. приведены примеры контроля герметичности визуальным (а), контактно-фотоэлектрическим (б) и сканирующим фотоэлектрическим (в) методами.

Дальнейшим развитием люминесцентного метода контроля герметичности явилось создание газолюминесцентного автоматического метода, схема которого приведена на рис. 6.4.

Проверяемый объект 1 заполняют жидкостью, газированной пробным газом 2, например углекислым. В месте расположения несплошности 3 создается повышенная концентрация 4 углекислого газа, которая при помощи выносного течеискателя 5 отбирается и по шлангу 7 пропускается через индикаторную ленту 10. Индикаторная лента передвигается одним шаговым двигателем, второй двигатель приводит во вращение ведущий барабан 19. В камере датчика 18 смонтирован ультрафиолетовый излучатель 16, кварцевый объектив со светофильтром 17, с помощью которых ультрафиолетовое излучение проектируется на индикаторную ленту.

При прохождении углекислого газа через индикаторную ленту 8 протекает химическая реакция, в результате чего на ленте образуется люминофор, который под воздействием ультрафиолетовых лучей излучает (флуоресцирует) видимый свет длиной волны, равной $5460 \cdot 10^{-10}$ м. Данное излучение, видимое объективом 11, проецируется на катод фотодетектора 12.

Фотоэлектрический ток, возникающий в фотодетекторе, под воздействием световой энергии усиливается и обрабатывается электронными блоками 13, включающими звуковую и световую сигнализацию несплошности 6, установленной на выносном течеискателе 5.

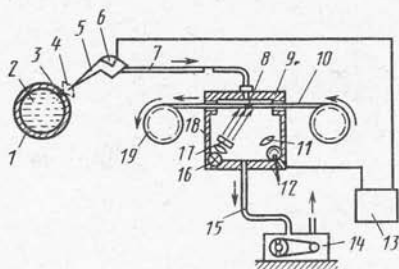


Рис. 6. 4. Схема автоматического средства с использованием газолюминесцентного метода контроля герметичности

Побудитель расхода газовой смеси 14 создает в камере 18 и заборнике выносного течейскаателя 5 постоянное разрежение, обеспечивающее быстрое прохождение в атмосферу анализируемых газовой смеси проб через заборник, вакуумный шланг 7, индикаторную ленту 10, камеру 18, шланг 15 и через побудитель расхода 14.

Для исключения разрыва ленты в момент ее передвижения шаговым двигателем перед началом вращения ведущего барабана 19 крышка 9 поднимается на 1 ... 2 мм. По окончании передвижения ленты крышку снова опускают и герметизируют. В момент подъема крышки 9 осуществляется надежная продувка рабочего объема камеры 18 чистым воздухом.

К преимуществам описанного способа в сравнении с обычным люминесцентным способом необходимо отнести:

- сокращение трудоемкости;
- снижение расхода химических материалов;
- отсутствие необходимости сооружения технологических емкостей, предназначенных для хранения люминесцентной жидкости;
- отсутствие возможности загрязнения поверхности изделия индикаторными об-мзками;
- автоматизацию операций контроля;
- возможность определения утечки в труднодоступных местах;
- увеличение чувствительности.

Автоматизация технологических операций люминесцентного метода контроля герметичности, в первую очередь, зависит от правильного использования электроники, фотоэлектроники, оптики и их сочетания. Достигнутые успехи в области развития электроники и электронно-вычислительной техники, лазерных оптических излучателей, волоконной оптики и последние достижения в области светозлектронной сверхрегенерации открыли широкие возможности для автоматизации и увеличения надежности и чувствительности люминесцентного метода контроля герметичности.

Результатом разработок явилось создание схемы фотоэлектрического люминесцентного течейскаателя, устанавливаемого в труднодоступных местах (рис. 6.5.).

На рис. 6.6, а, б, в приведены примеры контроля герметичности разъемных (а, б) и неразъемных (в) соединений трубопроводов трубопроводных коммуникаций и их элементов газовых и топливных систем, гермокабин и пассажирских салонов. Сущность этого технологического процесса заключается в следующем. Контролируемые изделия заполняются воздухом до избыточного давления, величина которого указана в ТУ на испытание. На поверхности разъемных, сварных, клепаных соединений, подлежащих контролю герметичности, с помощью кисти, краскораспылителя или бутылки-масленки наносится сплошным слоем полимерный индикатор герметичности (ПИГ). Места течей определяются визуально по пузырькам (коконам), которые образуются на контролируемой поверхности за счет истечения воздуха через микронеплотности (рис. 6.7).

Величина пузырьков (коконов) и скорость их образования позволяет оценить величину потока воздуха через щель. Пузырьки (коконы) со временем подсыхают и остаются на контролируемой поверхности после снятия давления воздуха. Это свой-

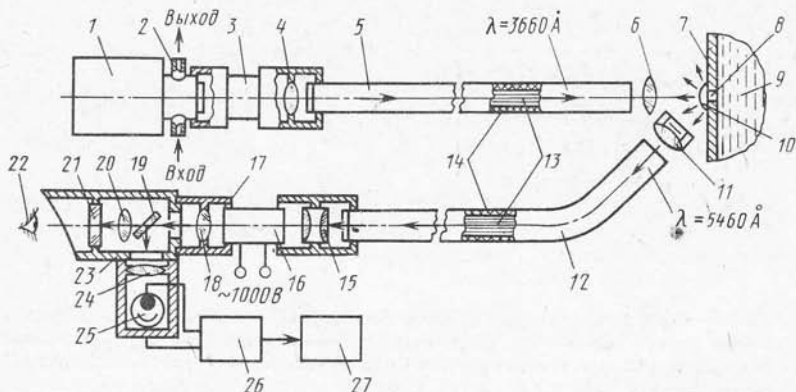


Рис. 6. 5. Схема фотоэлектрического люминесцентного течеискателя:

1 – лазерный ультрафиолетовый излучатель; 2 – теплообменник; 3 – оптический преобразователь; 4, 6, 11, 15, 18, 20, 24 – объективы (4, 6 – кварцевые, 11, 15, 18 – оптические); 5, 12 – световоды (12 – для передачи видимого света); 7 – контролируемая поверхность; 8 – дефектная несплошность; 9 – люминесцентная жидкость; 10 – возбужденная флюоресценция; 13 – волокна световода; 14 – защитный экран; 16 – фотоэлектронный сверхгенератор; 17 – корпус; 19 – разделительное зеркало; 21 – матовый экран; 22 – глаз исполнителя; 23 – стакан; 25 – фотодетектор; 26 – электронный блок; 27 – блок генерации

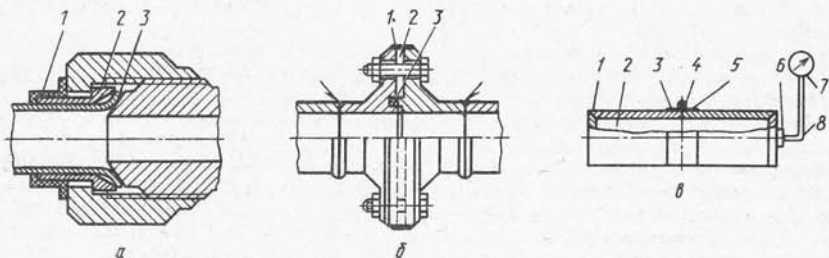


Рис. 6. 6. Примеры контроля герметичности соединений трубопроводов, трубопроводных коммуникаций с помощью полимерных индикаторов (ПИГ), поверхностно-активных веществ (ПАВ) и эластичных пластмасс:

а – разъемное ниппельное соединение; *б* – разъемное фланцевое соединение (1 – полимерные индикаторы и эластичные пластмассы); 2 – объем накопления; 3 – сквозной микродефект (течь); *в* – неразъемное соединение (1 – контролируемый объект; 2 – рабочая газовоздушная смесь; 3 – район нанесения на проверяемый участок эластичной пластмассы; 4 – образование воздушного пузырька из эластичной пластмассы в местах выхода рабочей газовоздушной смеси через несплошность; 5 – сварной шов или любое иное соединение; 6 – ниппель; 7 – образцовый манометр; 8 – трубопровод)

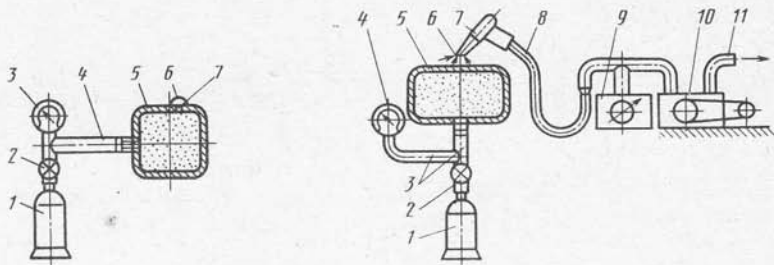


Рис. 6. 7. Схема контроля герметичности способом нанесения пенящейся массы: 1 – баллон с сжатым воздухом; 2 – кран; 3 – манометр; 4 – трубопровод; 5 – контролируемый объект; 6 – пенящаяся масса; 7 – обнаруженное место сквозной течи

Рис. 6. 8. Схема контроля герметичности способом "щупа": 1 – баллон с пробным газом; 2 – кран; 3, 8, 11 – шланги (3, 8 – вакуумные, 11 – для отвода газа за пределы рабочего места); 4 – манометр; 5 – контролируемый объект; 6 – вакуумная насадка; 7 – щуп-течешкаатель; 9 – детектор; 10 – вакуумный насос

ство индикатора позволяет осуществлять дистанционный контроль. После испытания ПИГ с контролируемых поверхностей полностью удаляется хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в воде.

На рис. 6.8 приведен метод контроля герметичности "щупом" трубопроводных коммуникаций и их элементов (крупногабаритные емкости, сварные паяные соединения труб и патрубков). Этот метод может быть также использован с применением вакуумных присосок. При этом без присосок место течи можно обнаружить точно, а с присосками – только район течи.

При этом виде контроля герметичности проверяемую конструкцию заполняют индикаторным веществом (например, гелием, ;елиево-воздушной или гелиево-азотной смесью) до избыточного давления согласно ТУ на проверку, затем по проверяемой поверхности перемещают щуп-течешкаатель с насадкой, соединенной шлангом с вакуумным насосом.

При наличии неплотностей (течей) в проверяемой конструкции индикаторный газ попадает через щуп в течешкаатель и фиксируется прибором. Количественная оценка степени герметичности производится путем сравнения показаний течешкаателя с показанием контрольной течи.

Чувствительность испытаний методом "щупа" зависит от концентрации и давления индикаторного газа, скорости перемещения щупа по контролируемой поверхности, газоотделения шланга, соединяющего щуп с течешкаателем.

На рис. 6.9. приведены примеры контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов (крупногабаритные емкости: кабина, фюзеляж, топливный отсек, соединения труб и патрубков) с хорошим доступом к контролируемой поверхности. Места обнаружения расположения неплотностей в первом случае (рис. 6.9, а) – район, во втором – несплошность (6.9, б).

При этом виде контроля к контролируемой конструкции подключается также течешкаатель (ПТИ-4А, ПТИ-6 или ПТИ-7).

При контроле индикаторный газ под некоторым давлением из расходной емкости через гибкий шланг подается к соплу обдува, откуда выходит регулируемая струя гелия. Наблюдая за показаниями выходного прибора, контролер направляет ее на те места конструкции, где наиболее вероятно появление натекаания. Обдув следует начинать с верхних частей конструкции (так как гелий легче воздуха), а также с тех ее частей, которые расположены ближе к течешкаателю. В первую очередь следует испы-

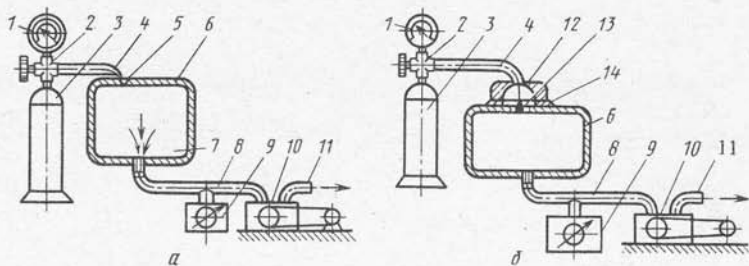


Рис. 6, 9. Схемы контроля герметичности методом пробного газа способами: *а* – свободного обдува; *б* – с помощью накладки; 1 – манометр; 2 – кран; 3 – баллончик с пробным газом; 4 – обдуватель; 5 – несплошность; 6 – поверхность контролируемого изделия; 7 – вакуумируемый объем; 8 – вакуумный шланг; 9 – детектор; 10 – вакуумный насос; 11 – шланг для отвода отбираемых проб за пределы рабочего места; 12 – уплотнение; 13 – щель на накладке; 14 – накладка

тывать сварные и клепаные швы, места пайки, уплотнения и только затем, в случае необходимости, переходить к последовательному обдуву всех поверхностей. На первой стадии контроля целесообразно устанавливать сильную струю гелия, покрывающую сразу большую поверхность, чтобы определить, в каком месте имеется несплошность. Затем можно уменьшить струю гелия и произвести точное определение места несплошности, медленно перемещая сопло сверху вниз в направлении увеличения отсчета, пока последний не достигнет наибольшего значения. Быстрое перемещения сопла снижает чувствительность контроля. Оптимальная скорость перемещения 0,01 м/с. Труднодоступные места контролируемых объектов следует обдувать более продолжительное время.

Эффективность контроля обдувом струей гелия в значительной степени зависит от объема контролируемого объекта и резко снижается с удалением наконечника сопла от проверяемой поверхности.

На рис. 6.10. приведены примеры контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов методом "накопления при атмосферном давлении".

В качестве метода контроля герметичности может быть применен галоидный метод течеискания (ГТИ-3, ВАГТИ-4, ГТИ-6 и др.). Контрольные среды в первом случае – Фреон-12 (CF_2Cl), Фреон-13 (CF_3Cl) и Фреон-22 (CHF_2Cl), во втором – гелий, а также их различные смеси с воздухом и азотом.

Этим методом определяют суммарную утечку через все имеющиеся сквозные течи контролируемой конструкции (место течи не обнаруживается) с высокой степенью герметичности. Для обнаружения места течи используют указанные выше методы и средства.

При контроле герметичности фланцевых, сварных соединений трубопроводов и патрубков (рис. 6.10, *а, б*), сильфонов (рис. 6.10, *в*), коллекторов, трубопроводов под сильфоном и других элементов объем накопления (см. рис. 6.10, *а, б* и [3,5]) создается путем герметизации специальной полихлорвиниловой лентой по внешнему периметру конструкции. Внутри трубопровода (в системе) создается избыточное давление контрольного вещества. При наличии в соединении сквозных неплотностей (течей) контрольное вещество проникает в объем накопления, создавая в нем повышенную концентрацию пробного газа.

После определенной выдержки в объем накопления путем прокола специальной ленты вводится игла Льюэра, установленная на щупе-натекателе, для замера концентрации пробного вещества.

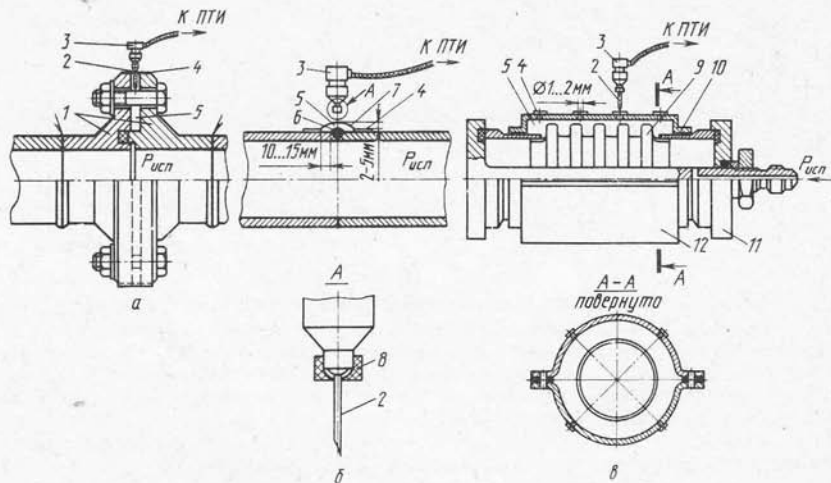


Рис. 6. 10. Схемы контроля герметичности методом "накопления при атмосферном давлении" элементов трубопроводных коммуникаций:

а – фланцевого соединения; *б* – сварного соединения; *в* – сильфонов; 1 – фланцы; 2 – игла Льюера; 3 – шуп-натекатель; 4 – лента ПХЛ; 5 – объем накопления; 6 – проверяемый шов; 7 – пленка; 8 – переходник; 9 – проверяемое изделие (сильфон); 10 – прокладка резиновая (по периметру); 11 – технологическая заглушка; 12 – разъемный кожух

Герметичность соединения оценивается по повышению концентрации гелия в объеме накопления за время накопления.

Примеры контроля герметичности, которые могут быть применены для гермокабин и пассажирских салонов (рис. 6.11 и 6.12) были описаны ранее (см. рис. 6.6, 6.10), а на рис. 6.13 приведены места установки присосок в различных зонах ЛА с учетом особенностей конструкции присосок, связанных с конфигурацией планера.

Для контроля герметичности гидравлических, топливных и пневматических систем может быть рекомендован акустический способ (рис. 6.14), основанный на индикации акустических волн, возбуждаемых при вытекании индикаторной жидкости или газа через неплотности контролируемой системы или ее элемента.

При нарушении герметичности происходит истечение жидкости или газа (обычно воздуха) через неплотности, их молекулы хаотически сталкиваются с менее подвижными молекулами окружающей атмосферы, в результате чего возникают механические колебания, амплитуды которых имеют максимальную величину в области ультразвуковых частот. Датчик акустического течеискателя перемещают по контролируемой поверхности, и он улавливает ультразвуковые колебания, преобразовывая их в электрический сигнал. После усиления, частотного преобразования и дальнейшего усиления в течеискателе сигнал поступает на звуковой или стрелочный индикатор.

Чувствительность течеискания с помощью акустических течеискателей может быть повышена, если неплотности смачивать жидкостью, например водой. При этом в местах неплотностей появляются пузырьки, при разрушении которых образуются мощные акустические импульсы, легко улавливаемые приборами.

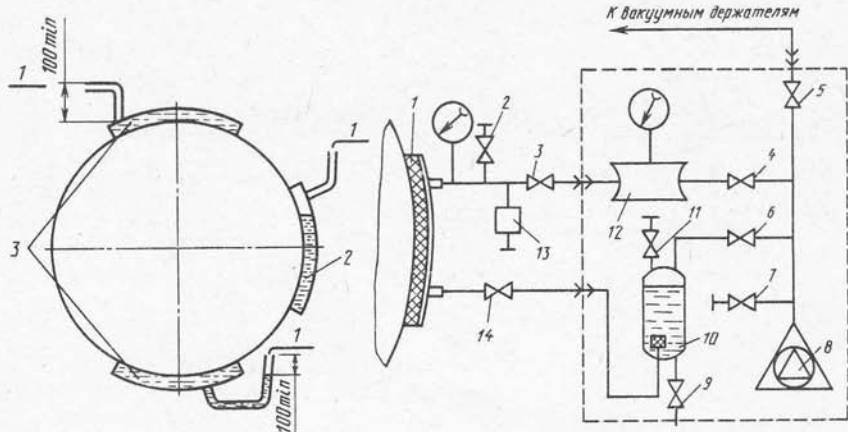


Рис. 6. 11. Схема контроля герметичности гермокабин или пассажирских салонов с заполнением присосок индикаторной жидкостью:

1 – подача воздуха к вакуумному насосу; 2, 3 – присоски с индикаторной жидкостью, заполненные на 75 и 100 % соответственно

Рис. 6. 12. Принципиальная схема вакуумного стенда для контроля герметичности с помощью вакуумных присосок:

1 – вакуумная присоска; 2 ... 7, 9, 11, 14 – вентили (2, 7, 9, 11 – дренажные, 3 – вакуумирования, 4, 6 – вакуумпроводные, 5 – вакуумных держателей, 14 – подачи жидкости); 8 – вакуумный насос, 10 – емкость с жидкостью; 12 – реверсивный бак; 13 – предохранительный вакуумный клапан

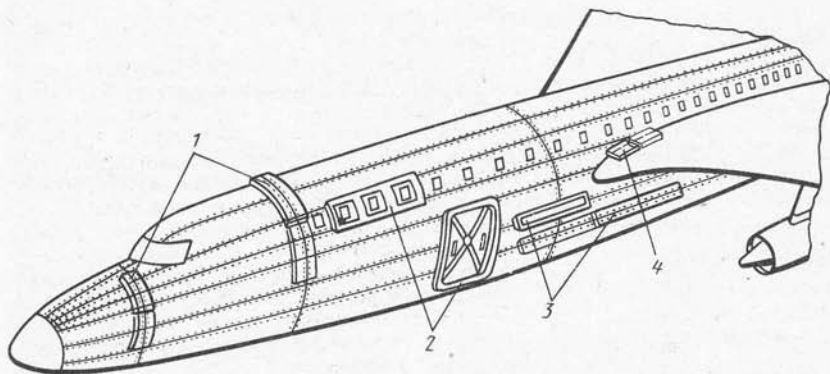


Рис. 6. 13. Схема установки присосок в различных зонах ЛА:

1, 3 – на кольцевые и продольные швы соответственно; 2 – на остекление, двери, люки; 4 – на зализы, обтекатель

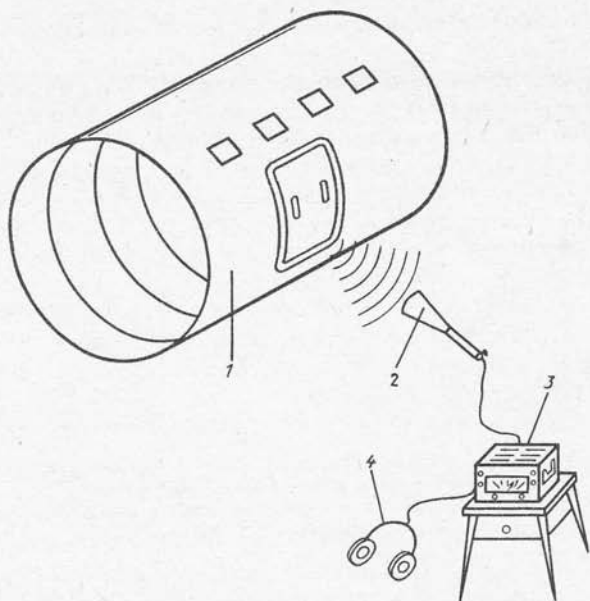


Рис. 6. 14. Схема поиска локальных течей акустическим способом:
1 – гермоотсек; 2 – щуп-насадка; 3 – измерительный блок; 4 – телефоны

6.5. ПОДГОТОВКА КОНСТРУКЦИЙ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ К КОНТРОЛЮ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Перед проверкой герметичности трубопроводных коммуникаций должен быть закончен и тщательно проконтролирован монтаж трубопроводов и патрубков всего изделия.

При контроле герметичности трубопроводных коммуникаций гидросистем необходимо:

- рабочие фильтры и обратные клапаны и дроссели заменить технологическими;

- проверить закольцовку агрегатов (рулевых машинок автопилота, гидроусилителей, гидроаккумуляторов, баков, насосов) после промывки трубопроводных коммуникаций гидросистем по схеме, разработанной ОКБ или СКО серийного завода;

- подсоединить силовые гидроцилиндры, гидропанели и гидроагрегаты с цилиндрическими золотниковыми распределителями (II класса);

- проверить жидкость на кинематическую вязкость согласно ГОСТ [21] на соответствие контрольной жидкости с целью повышения точности и объективности контроля герметичности (так, например, для рабочей жид-

кости АМГ-10, кинематическая вязкость должна быть не менее 10 сСт при температуре + 55 °С.

Контроль внутренней герметичности гидросистем (перетекание жидкости внутри агрегатов из полости высокого давления в полость низкого давления) необходимо осуществлять при различных положениях кранов и агрегатов, которые переключаются при наличии давления в системе. Перед испытанием необходимо проверить давление всех заряженных баллонов и величину поддавления в баллонах и гидроаккумуляторах согласно графикам (рис. 6.15), кроме того, обратные клапаны должны быть заменены технологическими переходниками.

При контроле герметичности трубопроводных коммуникаций пневматических (воздушных, противопожарных, высотных, масло и противобледнительных) и топливных систем их необходимо продуть сухим сжатым воздухом или азотом (кислородная система).

Категорически запрещается продувать сжатым воздухом кислородные системы.

Трубопроводы топливной системы следует испытывать до монтажа топливных баков или с отключенными баками. Герметичность окончательно собранной топливной системы (с баками) контролировать при избыточном давлении, превышающем рабочее не более чем на 0,05 МПа.

При контроле герметичности трубопроводных коммуникаций кислородной системы **запрещается** стравливать давление азота из транспортных баллонов до нуля. Остаточное давление в баллонах должно быть не менее 0,5 ... 0,8 МПа; при этом необходимо убедиться в чистоте бортового зарядного штуцера, после чего подсоединить к нему шланг.

Перед контролем трубопроводных коммуникаций следует проверить работоспособность силикагелевого патрона, имеющегося в схеме стенда, по индикатору влажности, для чего:

подсоединить стенд к воздушной сети общего назначения или к баллону со сжатым воздухом и открыть вентиль стенда;

освободить сжатый воздух от механических примесей (точка росы не выше - 35 °С);

тумблер электроклапана поставить в положение "Включен".

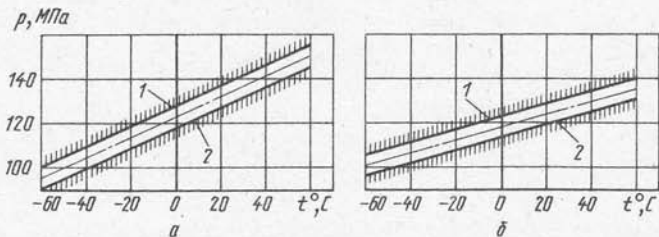


Рис. 6. 15. График зависимости допустимого давления воздуха или азота в заряженных баллонах (а) и в газовых полостях гидроаккумуляторов (б) от температуры окружающей среды перед контролем внутренней герметичности гидросистем:

1 – верхняя граница; 2 – нижняя граница

Если окраска селикагелиевого индикатора влажности нормальная (синего или голубого цвета), то стенд готов к подаче воздуха в систему изделия.

Продувать трубопроводные коммуникации предпочтительнее в АСП или ЦОС:

по участкам смонтированных трубопроводов до подсоединения их к агрегатам, баллонам, челночным клапанам и т.п.;

всю систему трубопроводов с отсоединением всех агрегатов из продуваемой линии путем их окольцовывания (свободные штуцера при этом должны быть заглушены).

Наиболее рационален способ продувки по участкам трубопроводов между двумя соседними агрегатами, так как он освобождает от необходимости подсоединять шланги окольцовывания, что сокращает время и повышает качество продувки.

Продувку производят от баллона сжатого воздуха через стенд продувки, включающий фильтр с тонкостью фильтрации не более 5 мкм, который устанавливается перед входом в систему, влагоотделитель и редуктор, или от общей сети через соответствующий продувочный стенд. В процессе продувки участков трубопроводов необходимо контролировать чистоту внутренних полостей продуваемых магистралей с помощью салфетки или фильтроэлемента. При обнаружении загрязнений на салфетке или фильтроэлементе продувку повторить до полного удаления стружки и грязи. После продувки трубопроводы следует подсоединить к пневмоагрегатам, кранам и т.п.

Шланги и трубопроводы пневмосистем, устанавливаемые на панелях или соединяющие готовые изделия, а также пневмоагрегаты, расположенные в группах через одну—две трубки (шланги) один от другого, продувке не подвергаются. При продувке пневмосистем следует соблюдать правила техники безопасности, приведенные в гл. 8.

При подготовке к контролю герметичности трубопроводных коммуникаций газовых и топливных систем проверяемые поверхности необходимо предварительно очистить и обезжирить. Очистку и обезжиривание внешних поверхностей трубопроводных коммуникаций рекомендуется производить способом протирки органическими растворителями, например бензином или азотом. В конце обезжиривания на внешние поверхности трубопроводов и патрубков, подлежащие проверке на герметичность, не должны попадать жировые и другие загрязнители.

С целью исключения затекания индикаторов (ПИГ, ПАВ и др.) в систему при нанесении их краскораспылителем или масленкой необходимо закрыть резьбовые отверстия технологическими заглушками или изоляционной лентой, а фланцы и щелевые отверстия — изоляционной лентой.

Поверхности и соединения, подлежащие проверке на герметичность способами "щупа" или "накопления при атмосферном давлении", должны быть чистыми и сухими, не иметь жировых пятен, следов окалины, краски и других посторонних загрязнений, а также пройти сушку и удаление влаги

из микронеплотностей. При этом исполнитель должен указать дату, время выполнения операции и подписать паспорт на систему.

Технологические процессы сушки и удаления влаги из микронеплотностей производят непосредственно перед проверкой герметичности, а для предотвращения образования коррозии в микронеплотностях — не позднее чем через 2 ч после удаления влаги.

Условия хранения и транспортировки изделий, прошедших технологические процессы очистки, обезжиривания, сушки, удаления влаги из микронеплотностей и обезвоживания перед испытаниями на герметичность, должны полностью исключать загрязнение проверяемых поверхностей и соединений трубопроводов и патрубков.

Трубопроводные коммуникации и их элементы, контролируемые на герметичность способами "щупа" или "накопления при атмосферном давлении", должны иметь доступ для подвода щупа и нанесения индикаторов на проверяемые поверхности и соединения.

В трубопроводных коммуникациях, имеющих глухие зоны (изолированные от основной системы агрегатами с односторонним проходом), предусматривают технологические штуцера для подвода в систему контрольной газовой смеси. Эти штуцера, а также заглушки и другие элементы должны обеспечивать надежную герметичность системы, содержащей гелий или фреон, чтобы не допускать случайной загазованности рабочего помещения гелием.

Трубопроводные коммуникации и их элементы, подвергаемые контролю герметичности, должны быть предварительно испытаны на прочность.

П р и м е ч а н и е. Герметичность трубопроводных коммуникаций и их элементов без предварительных испытаний на прочность можно контролировать только по согласованию с ОКБ разработчика и с разрешения службы техники безопасности.

Перед испытаниями на герметичность гермокабины и пассажирских салонов приборы, агрегаты и системы, которые установлены в гермокабинах и для которых в наземных условиях не допускается повышение давления, снимаются, частично демонтируются или соответствующе подготавливаются. Перечни таких приборов, агрегатов и систем приводятся в ПИ на испытание, согласованной с ОКБ. Гермокабину и пассажирские салоны проверяют на герметичность при давлении в соответствии с ПИ и ТУ, согласованном с ОКБ. Допустимые отклонения давления при этом не более 0,002 МПа.

Перед испытанием на герметичность проводят визуальный контроль наружной поверхности гермокабин и пассажирских салонов и мест стыковки (на их поверхности не должно быть механических повреждений, нарушений антикоррозионных покрытий и т.д.) и контроль за отсутствием грязи и посторонних предметов внутри гермокабины. Качество монтажа оценивают производственный и контрольный мастера путем внешнего осмотра. При испытаниях проверяют герметичность всех заклепочных и винтовых соединений, сплошность поверхностей, уплотнений, входных дверей, багажных

и аварийных люков, гермостворок, остекления кабин фонарей, гермовыводов систем оборудования и др.

При испытаниях гермокабин и пассажирских салонов необходимо выполнять мероприятия по технике безопасности.

6.6. КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ КАБИН И ПАССАЖИРСКИХ САЛОНОВ ШИРОКОФЮЗЕЛЯЖНЫХ ЛА

В обязанности слесарей-испытателей и герметизаторщиков АСЦ и ЦОС входят также контроль герметичности кабин летчиков и пассажирских салонов.

Контроль герметичности элементов гермокабин производят путем определения суммарной степени негерметичности кабины и локальных течей в уплотнениях и соединениях кабин. Для определения суммарной степени негерметичности кабины применяется манометрический способ контроля путем создания испытательного давления $p_{исп}$ в свободном объеме кабины и салона, выдержки их под этим давлением в течение времени, заданного в ТУ, и последующего определения изменения давления внутри кабины или салона по манометру.

Для определения локальных течей применяются способы: вакуумных присосок (см. рис. 6.12); пневматический с применением пенных индикаторов (см. рис. 6.6 и 6.7); акустический (см. рис. 6.14).

Способ вакуумных присосок применяют для определения мест течей в уплотнениях без подачи давления воздуха внутрь кабины. Контроль герметичности с помощью вакуумных присосок осуществляется путем создания разрежения (вакуума) между контролируемой поверхностью (соединением или уплотнением) и корпусом вакуумной присоски. Место течи определяют визуально по образованию пузырьков на пенном индикаторе, в индикаторной жидкости, которая заполняет объем вакуумной присоски, а также по повышению давления в объеме вакуумной присоски.

Пневматический способ применяется для поиска локальных течей в уплотнениях и соединениях путем создания избыточного давления внутри кабины или салона и нанесения пенных индикаторов на контролируемую поверхность.

Сущность пневматического способа контроля заключается в следующем: объект заполняют воздухом под избыточным давлением, равным рабочему давлению гермокабин или пассажирского салона, а на проверяемые места наносят пенный индикатор и ведут непрерывное визуальное наблюдение за его состоянием. Герметичность в этом случае оценивается по наличию или отсутствию пузырьков воздуха в местах нанесения пенного индикатора.

Акустический способ контроля применяется для поиска локальных течей в уплотнениях и соединениях кабин с подачей избыточного давления внутрь кабины (пассивный способ).

Сущность акустического способа контроля: при истечении газов через неплотности его молекулы, соударяясь, вызывают ультразвуковые колебания; последние, уловленные чувствительным элементом щупа, усиливаются и регистрируются стрелочным прибором. Одновременно сигнал преобразуется в звук с частотой, воспринимаемой через наушники.

Программа, режимы и другие условия испытаний гермокабин или пассажирских салонов назначаются согласно ТУ, чертежам и ПИ ОКБ разработчика или СКО серийного завода.

Контроль герметичности осуществляется после окончания клепально-сборочных работ до монтажа оборудования и систем, а также после их монтажа.

Испытания на герметичность с применением вакуумных присосок осуществляется (см. рис. 6.12):

с заполнением объема присоски индикаторной жидкостью (см. рис. 6.11);

путем создания и изменения вакуума в объеме присоски;

с нанесением пенных индикаторов на контролируемую поверхность.

Эти испытания допускается проводить как в закрытых помещениях, так и на открытых оборудованных площадках. Помещение или участок должны быть оборудованы подводкой сжатого воздуха с точкой росы не выше -40°C , технической воды и коммуникацией трехфазной сети напряжением 220 ... 380 В с заземлением. В закрытом помещении должен быть предусмотрен дренаж в атмосферу от вакуумного насоса.

Воздух для проведения испытаний считается годным, если после обдува им в течение 1 мин белой хлопчатобумажной салфетки (ГОСТ 11680-76) [27] на ней визуально не обнаружено инородных частиц.

Технологическая оснастка должна иметь необходимый запас прочности и при установке на изделие не должна повреждать его поверхности. Все приборы, оснастка и оборудование, применяемые при испытаниях, должны соответствовать чертежам, иметь паспорта, аттестаты и своевременно подвергаться проверке и перепроверке.

Технологический процесс предварительного контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов с целью отработки и наладки оснастки производить в следующем порядке:

а) визуально осмотреть резиновое уплотнение вакуумной присоски (на рабочей поверхности уплотнения не должно быть рисок, вмятин, порезов и т.п.);

б) промыть рабочую поверхность уплотнения и окна присоски бензином, уксусом и спиртом до полного удаления ворсинок, жировых пятен, масла и потеков;

в) проверить прочность установки вакуумных шлангов на штуцера присоски и вакуумного насоса;

г) установить вакуумную присоску на ровную и чистую металлическую поверхность (например, лист толщиной не менее 5 мм);

д) включить кратковременно насос и убедиться в правильном направлении вращения (1-2 с); направление вращения должно соответствовать

направлению стрелки на корпусе насоса; вентили 4 ... 7 (см. рис. 6.12) должны быть закрыты;

е) если направление вращения правильное, то нужно с усилием прижать вакуумную присоску к металлической поверхности и открыть вентили 3 и 4; следить по вакуумметру за разрежением в системе;

ж) при достижении величины давления (вакуума) 50–300 мм рт.ст. закрыть вентиль 4 и следить в течение 10 мин за показаниями вакуумметра; давление в системе при выключенном вакуумном насосе не должно повышаться;

з) в случае постоянного повышения давления открыть вентиль и проверить рабочую поверхность резинового уплотнения, правильность установки вакуумных шлангов и вентилях; допускается смазать сливы смазкой ЦИАТИМ [19]; затем повторить операции п. "е" и "ж".

Проверить по сопровождающей технической документации все предварительные операции и процессы на изделии согласно технологическому циклу.

Визуально осмотреть проверяемую поверхность для выявления видимых дефектов сборки, склеивания или клепки (наплывов, забоин, окалины и т.п.); дефекты при возможности устранить в соответствии с принятым на предприятии порядком.

Подготовить поверхность объекта к испытаниям, для этого чистой ветошью, смоченной в бензине, протереть проверяемую поверхность.

Окончательный контроль герметичности гермокабин и пассажирских салонов производить в следующем порядке (см. рис. 6.12):

а) открыть вентиль 4 и включить вакуумный насос 8. При достижении вакуума 20–50 мм рт.ст. закрыть вентиль 4;

б) установить присоску на проверяемую поверхность и с усилием прижать. Открыть вентиль 3, при подсосе атмосферного воздуха увеличить усилие прижима;

в) открыть вентиль 11 и приоткрыть вентиль 14, заполнить присоску индикаторной жидкостью и закрыть вентили 11 и 14. Вакуум в свободном объеме присоски должен быть 300–350 мм рт.ст. Вакуум контролировать по вакуумметру;

г) через смотровое окно вакуумной присоски осмотреть поверхность для выявления места течи по пузырькам в индикаторной жидкости.

Примечание. Режимы испытания устанавливаются после отработки режимов на первых двух изделиях;

д) перекачать индикаторную жидкость в емкость 10. Для этого закрыть вентиль 11 и открыть вентили 6 и 14;

е) после перелива индикаторной жидкости из вакуумной присоски 1 в емкость 10 включить вакуумный насос 8, закрыть вентили 6 и 14 и открыть вентиль 11;

ж) открыть вентиль 2 до полного развакуумирования присоски;

з) переставить присоску на другой участок контрольной поверхности и закрыть вентиль 2; при этом установка на следующий участок поверх-

ности осуществляется с перекрытием не менее 20 мм; повторить операции п. "а" ... "ж".

После проведения испытаний сделать отметку в технической документации и занести результаты проверки в дефектную ведомость.

Технологический процесс контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов с применением пенных индикаторов (см. рис. 6.6, 6.7, 6.10) и по изменению вакуума производить в следующем порядке (см. рис. 6.12.):

- а) открыть ventиль 4 и включить вакуумный насос 8;
- б) приоткрыть ventиль 3, с усилием прижать вакуумную присоску к проверяемой поверхности, затем полностью открыть ventиль 3. В случае подсоса увеличить усилие прижима присоски;
- в) следить за показаниями вакуумметра; при достижении вакуума 50–360 мм рт. ст. закрыть ventиль 3 и выключить вакуумный насос;
- г) в течение 5 мин следить за изменением давления в рабочем объеме вакуумной присоски.

П р и м е ч а н и е. Время выдержки и допустимые изменения давления устанавливаются окончательно после отработки режимов на первых двух изделиях;

д) если в течение времени наблюдения давление в объеме присоски не повысилось, то необходимо открыть ventиль 2 до полного развакуумирования, переставить присоску на другой участок контролируемой поверхности и закрыть ventиль 2. Установка на следующий участок поверхности должна осуществляться с перекрытием не менее 20 мм. Повторить операции п. "а" ... "д", проверенные участки отмечать мелом;

е) при повышении давления в присоске открыть ventиль 2, снять присоску, нанести на контролируемый участок индикаторную массу и повторить операции п. "а" ... "в";

ж) через смотровое окно вакуумной присоски осмотреть поверхность, чтобы выявить места течи по пузырению индикаторной массы; отметить некачественный участок мелом.

После проведения испытаний сделать отметку в технической документации и занести результаты проверки в ведомость испытаний.

Технологический процесс контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов манометрическим методом производить в следующей последовательности:

а) проверить по технической документации выполнение всех предшествующих технологических операций;

б) подсоединить магистрали заправки, дренажа и контрольно-измерительную аппаратуру к гермокабинам и пассажирским салонам согласно чертежам и техническим условиям на испытание гермокабин;

в) до начала испытаний на герметичность необходимо измерить температуру окружающей среды и температуру контрольного или рабочего газа внутри гермокабины с помощью термометра [13]. Допустимая разность температур окружающей среды или контрольного газа зависит от класса точности применяемого манометра по ГОСТ [24] и должна быть не более указанной ниже:

Класс точности контрольного манометра, применяемого при испытаниях	0,6	1,0	1,6	4,0
Допустимая разность температур окружающей среды и контрольного газа, °С, не более	±1	±1	±2	±3

г) перед заполнением гермокабин контрольным газом установить в кабину технологические емкости или использовать заполнители (пенопластмассы, емкости, заполненные газом и др.);

д) скорость подачи и сброса воздуха не более 10 м/с скорость подъема давления не более 0,0025 МПа/с. Контрольный газ должен иметь точку росы не выше -40 °С;

е) закрыть вентиль подачи контрольного газа и обмыливанием проверить герметичность соединений стендового оборудования;

ж) зафиксировать время начала испытаний по секундомеру и давление в гермокабине или пассажирских салонах по контрольному манометру [20, 24]. Выдержать гермокабину под давлением в течение времени, указанного в чертеже;

з) после окончания испытаний произвести сброс давления контрольного или рабочего газа в атмосферу.

При использовании стенда, оснащенного автоматическим измерителем суммарной негерметичности, подача давления в гермокабину осуществляется по заданной программе. Результаты измерений суммарной негерметичности автоматически фиксируются цифropечатающим устройством.

Сделать соответствующую отметку в сопроводительной документации о проведении испытаний.

Технологический процесс контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов пневматическим методом.

Перед контролем герметичности пневматическим методом необходимо подготовить индикаторную массу. Эту операцию осуществляет химическая лаборатория серийного завода.

Для приготовления индикаторной массы необходимо:

подготовить экстракт мыльного корня из расчета 1 г на 1 мл дистиллированной воды;

перемешать компоненты беличьей кистью № 2 ... 30 вручную и переложить массу в емкость (колбу);

установить колбу на смесительную установку (миксер) марки "Воронеж" и включить ее;

через 3 мин выключить электродвигатель установки и сделать двухминутный перерыв для охлаждения индикаторной массы.

При перемешивании индикаторной массы не следует допускать ее нагрева до температуры более + 35 °С. Для этого повторным включением установки добиться увеличения объема исходных компонентов в 1,5 раза.

Приготовленную массу необходимо взбивать на установке в следующих случаях: непосредственно перед нанесением ее на проверяемую поверх-

ность; через каждый час в процессе нанесения; перед переливанием в другую емкость.

Провести контроль качества индикаторной массы на устойчивость и реакцию рН. Приготовленная индикаторная масса должна иметь рН не более 10.

Индикаторная масса считается годной по устойчивости, если она в течение 10 мин не сползает с обезжиренной и просушенной эталонной пластины 120×60 мм, изготовленной из материала проверяемого изделия с чистой обработкой, равной чистоте обработки проверяемого объекта.

Проверить по технической документации выполнение всех предшествующих технологических операций.

Подсоединить магистрали заправки, дренажа и контрольно-измерительную аппаратуру к гермокабинам согласно чертежам и техническим условиям на испытания.

Заполнить гермокабину контрольным или рабочим газом до давления $P_{исп}$, указанного в чертежах. Скорость подачи и сброса воздуха не более 10 м/с (скорость подъема давления не более 0,0025 МПа/с. Контрольный газ должен иметь точку росы не выше -40°C).

Нанести на контролируемую поверхность с помощью беличьей кисти индикаторную массу. В момент нанесения слоя индикаторной массы проводят ее осмотр в целях обнаружения крупных течей и удаления ложных газовых пузырьков. Контроль осуществляют в течение заданного времени путем визуального осмотра на отсутствие газовых пузырьков, вздутий, кратеров. Время осмотра 1 пог.м шва составляет 1 ... 2 мин. Произвести сброс давления контрольного газа из гермокабин и пассажирских салонов.

Удалить пенный индикатор с поверхности контролируемого соединения в следующей последовательности:

протереть чистой салфеткой, смоченной в питьевой воде температурой $40 \dots 50^{\circ}\text{C}$;

осушить салфеткой, смоченной в спирте;

обдуть сухим сжатым воздухом под давлением 0,3 ... 0,6 МПа в течение 1 ... 5 мин;

отсоединить гермокабину от стендового технологического оборудования.

Сделать соответствующую отметку в сопроводительной документации о проведении испытаний.

Технологический процесс контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов акустическим способом (см. рис. 6.14) следует производить в следующем порядке:

заполнить гермокабину сжатым воздухом под давлением $P_{исп}$;

подготовить контролируемые поверхности к испытаниям в соответствии с указанным порядком;

проверить работоспособность акустического течеискателя;

провести контроль герметичности гермокабин;

после окончания испытаний сбросить давление воздуха из гермокабин в атмосферу.

Сделать соответствующую отметку в сопроводительной документации о проведении испытаний.

6.7. КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

В зависимости от требований, предъявляемых к различным трубопроводным коммуникациям, с целью сокращения трудоемкости контроль герметичности конструкции проводят несколькими методами. Осуществляют его в несколько этапов с постепенным увеличением чувствительности до требуемой величины. На этих этапах возможно применение химического или люминесцентного метода.

В настоящее время в авиационной промышленности для контроля трубопроводных коммуникаций находят широкое применение компрессионные методы: пневматический (для газовых систем) и гидростатический (для жидкостных систем).

В дальнейшем в зависимости от требований, предъявляемых к контролируемым объектам, применяют галоидный или масс-спектрометрический методы. Этим высокочувствительным методам может предшествовать контроль с помощью газоаналитических теческательей с целью выявления грубых течей (см. разд. 6.2).

Контроль наружной герметичности трубопроводных коммуникаций гидросистем гидростатическим методом (контрольная среда — рабочая жидкость; индикатор утечки — фильтровальная бумага [29]) выполняют как на несостыкованных агрегатах планера (Ф1, Ф2, Кр и т.д.), так и на полностью собранном ЛА.

П р и м е ч а н и е. При контроле герметичности гидросистем утечки или отпотевания недопустимы, а в случае нарушения этих ТУ необходимо применять для обнаружения мест негерметичности индикатор утечек.

Контроль герметичности производить после окончания всех работ по заправке и удалению воздуха из трубопроводных коммуникаций в следующей последовательности:

проверить готовность стенда к контролю и включить световой сигнал "ВНИМАНИЕ! Идет обработка гидросистемы";

установить на стенде заданный режим работы;

включить стенд и проверить правильность работы по заданным режимам (величине испытательного давления, времени и т.д.);

произвести срабатывание агрегатами (5—6 раз со стенда или из кабин изделия);

выдержать систему под давлением согласно ТУ.

П р и м е ч а н и е. Чувствительность гидростатического метода зависит от времени выдержки системы под давлением и диаметра пятна масла на фильтровальной бумаге. Разрешается увеличивать время выдержки до 10 ... 15 мин. Дальнейшее увеличение времени выдержки нецелесообразно, так как это не приводит к заметному увеличению чувствительности;

проверить герметичность соединений трубопроводов с агрегатами и между собой (контроль 100 %-й), не допуская при этом попадания рабочей жидкости на агрегаты, электрожгуты и готовые изделия, которые рекомендуется закрывать вощеной бумагой или целофаном.

П р и м е ч а н и е. После сброса давления до нуля течи устраняют путем подтягивания накидных гаек трубопроводов или замены последних. После устранения утечки контроль повторить. Затяжку накидных гаек производить согласно разд. 4.4;

открыть кран, довести давление до нуля, снять заглушки и отсоединить шланги стенда от проверяемой системы;

отключить насос, заглушить концы шлангов и штуцеров металлическими заглушками и опломбировать, передать на специальный участок стенда для промывки фильтров.

В производственных условиях надежно регистрируется пятно масла диаметром не менее 2 мм, поэтому предельной чувствительностью данного метода следует считать величины:

Предельная чувствительность, л·мкм рт./ст.	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,8 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Время вырежки, с.	60	180	900

После окончания контроля герметичности гидросистемы необходимо снять, промыть и проверить на чистоту и пропускную способность все технологические фильтры. Промытые технологические фильтры вновь установить на ЛА и включить их в систему с целью их использования в последующем технологическом цикле гидросистемы.

В паспорте ЛА сделать отметку о контроле герметичности гидросистемы.

Технологический процесс контроля наружной герметичности люминесцентными методами (контрольное вещество — рабочая среда с люминесцентным составом; индикатор утечки: для гидросистем — свечение при облучении ультрафиолетовыми лучами; для газовых и топливных систем — закись азота, индикатор инфракрасный газовой течейскапель ИГТ-1).

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем люминесцентным методом производится перед промывкой гидросистемы, газовых и топливных систем — после их продувки в затемненном помещении или в условиях местного затемнения контролируемого участка при облучении проверяемых мест ультрафиолетовыми или инфракрасными лучами при заполнении системы контрольными веществами под избыточном давлением после определенной выдержки, заданной в ТУ, и осмотра проверяемых мест. При контроле герметичности изделий давление в системе должно соответствовать рабочему.

Контрольным веществом гидросистем при люминесцентном методе является смесь: рабочая жидкость (98 %) и люминесцентный состав (2 %).

Люминесцентный состав используется двух видов:

- растворитель марки ТМС (97,6 %), люминофор (2,4 %);
- растворитель марки ТМС (99,5 %), люминофор (0,5 %);

Составы смешиваются при температуре 60 ... 70 °С.

Примечания: 1. Чувствительность состава "а" выше, чем состава "б".

2. Хранить раствор рекомендуется в закрытой таре.

Рабочую жидкость и люминофор перед смешиванием подогревают до 60 ... 70 °С, затем люминофор вливают в рабочую жидкость и перемешивают до получения однородной смеси. Один и тот же раствор может быть применен многократно, так как люминесценция жидкости не изменяется от времени хранения.

Для повышения чувствительности люминесцентного метода контроля рекомендуется проверяемую поверхность посыпать тонко измельченным порошком селикагеля (марок КСМ или МСМ). При этом каждую порцию порошка селикагеля не раньше чем за 10 ... 15 мин до начала работы следует подсушивать при температуре 150 ... 250 °С в сушильном шкафу в течение 5 ... 8 мин для удаления из порошка влаги и улучшения адсорбирующих свойств; время выдержки порошка на проверяемой поверхности 15 мин.

Контрольным веществом при контроле герметичности трубопроводных коммуникаций газовых и топливных систем является смесь воздуха (70 ... 90 %) с закисью азота (10 ... 30 %).

Последовательность контроля герметичности трубопроводных коммуникаций гидросистем люминесцентным методом (см. рис. 6.2 ... 6.4) аналогична контролю по гидростатическому методу, а контроль газовых и топливных систем — пневматическому методу.

Герметичность трубопроводных коммуникаций гидросистем контролируют в следующей последовательности:

очищают проверяемую поверхность бензином (поверхность считается очищенной, если при освещении ультрафиолетовым светом на ней нет свящихся пятен или полос);

герметичность проверяют путем освещения коммуникаций ультрафиолетовыми лучами; обнаруженные дефекты отметить цветным карандашом (не химическим).

Примечание. Течи устраняют после сброса давления до нуля и контроль повторяют.

После проверки герметичности смесь рабочей жидкости с люминесцентным составом следует слить и промыть гидросистему согласно рекомендациям, приведенным в гл. 5.

По окончании контроля герметичности трубопроводных коммуникаций гидросистемы рекомендуется снять, промыть и проверить на чистоту и пропускную способность все технологические фильтры. Промытые технологические фильтры вновь установить на изделия.

В паспорте изделия сделать пометку о контроле герметичности гидросистемы.

Технологический процесс контроля внутренней герметичности гидросистем манометрическим способом (по падению давления в системе). Этот

способ контроля в основном проводится для изделий легкого класса после проверки наружной герметичности трубопроводных коммуникаций гидросистем перед испытанием их на работоспособность.

Сущность манометрического метода контроля: система заполняется контрольной жидкостью, создается избыточное давление и после определенной выдержки под давлением оценивается изменение давления в системе по манометру. Внутренняя герметичность системы оценивается падением в ней за счет внутренних суммарных утечек всех гидроагрегатов системы в дренажную магистраль. Режимы контроля (время падения давления для отдельных участков или в гидросистеме, температура окружающей среды, давление зарядки гидроаккумулятора и др.) назначает ОКБ.

Внутренняя герметичность контролируется при различных положениях кранов и агрегатов, которые переключают только при наличии давления в системе.

Перед контролем внутренней герметичности гидросистемы необходимо проверить:

давление всех заряженных баллонов согласно графику (см. рис. 6.15, *а*);
величину поддавливания в баллонах и гидроаккумуляторах согласно графику (см. рис. 6.15, *а, б*).

Внутреннюю герметичность системы контролировать после всех подготовительных работ в следующей последовательности:

- подключить гидростенд к проверяемой системе;
- задать необходимое давление и прокачать систему, произведя 10 ... 15 срабатываний агрегатами;
- при наличии давления закрыть один из кранов;
- выдержать систему под давлением 1–2 мин;
- включить насосы наземной гидротележки (стенд);
- определить время падения давления по манометру в кабине согласно ТУ, ПИ или другой технической документации на контроль;
- систему считать герметичной, если время падения давления не меньше, чем задано в ТУ или ПИ на контроль;
- в случае негерметичности системы последовательно проверить каждый агрегат в отдельности;
- неисправный агрегат снять с изделия и отправить для контроля в гидропневмотопливную лабораторию и операцию контроля повторить;
- повторить контроль для всех участков;
- сравнить давление в системе до нуля; наземную гидротележку от изделия не отключать, так как на этом же стенде будут отрабатывать гидроагрегаты на функционирование.

По окончании проверки восстановить монтаж, в паспорте изделия сделать пометку о контроле внутренней герметичности гидросистемы.

Технологический процесс контроля наружной герметичности трубопроводных коммуникаций газовых и топливных систем пневматическим методом (контрольное вещество – воздух или азот; индикатор утечки – пенящаяся масса или ПИГ, или ПАВ, или эластичные пластмассы). Для кислородных систем применять азот.

Сущность пневматического метода контроля: трубопроводные коммуникации заполняют воздухом или азотом под избыточным давлением, равным рабочему давлению, на проверяемые места наносятся пенящаяся масса (эмульсия) или ПИГ, или ПАВ, или эластичные пластмассы, и проводят непрерывное визуальное наблюдение за их состоянием. Герметичность системы оценивают по газовым пузырькам, образующимся в индикаторной массе в местах утечки контрольного газа.

Примеры контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов газовых и топливных систем приведены на рис. 6.6, а, б, в и рис. 6.7.

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов и топливных систем пневматическим методом может производиться как на несостыкованных агрегатах (Ф1, Ф2, Кр и др.), так и на полностью собранном изделии.

Перед проверкой герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов должен быть закончен и тщательно проконтролирован монтаж трубопроводов и патрубков. Смонтированные трубопроводы следует продуть сухим сжатым воздухом. Трубопроводы и патрубки топливной системы испытывают до монтажа топливных баков или с отключенными баками.

В качестве контрольной среды рекомендуются: воздух технический в баллонах (сорт 1) или азот технический в баллонах [25].

Перед испытанием систем проверить работоспособность силикагелевого патрона, имеющегося в схеме стенда, по индикатору влажности, для чего: подсоединить стенд к воздушной сети общего назначения или к баллону со сжатым воздухом и открыть вентиль стенда;

тумблер электроклапана поставить в положение "Включен";

если окраска силикагелевого индикатора влажности нормальная (синего или голубого цвета), то стенд готов к подаче воздуха в систему изделия.

Герметичность контролировать после подготовки трубопроводных систем к проверке в следующей последовательности:

установить стенд на рабочем месте, снять заглушки и подсоединить шланг стенда к изделию;

переключить стенд на заданный режим работы по давлению и времени согласно ТУ, ПИ или другой технической документации на контроль систем;

включить стенд и световой сигнал "ВНИМАНИЕ! Идет отработка системы" и проверить правильность работы по заданным параметрам;

проверить стравливание из системы давления через стенд после цикла переключений;

нанести раствор индикатора для определения мест негерметичности. Максимальное время наблюдения за состоянием пенящейся массы после каждого нанесения на проверяемые места не должно превышать 3–5 мин; увеличение выдержки свыше указанного времени может привести к ложным показаниям.

П р и м е ч а н и е. Пенящаяся масса изготавливается из малощелочного детского мыла в пропорции 10 г мыла на 90 г дистиллированной воды или конденсата;

стравить давление с помощью стенда из проверяемой системы;

протереть чистой хлопчатобумажной салфеткой соединение от индикатора;

снять заглушки и отсоединить шланги стенда от проверяемой системы, шланги и штуцера закрыть и опломбировать.

Для удаления контрольной среды из системы изделия необходимо предусмотреть в стенде наличие дренажных клапанов.

П р и м е ч а н и е. В топливных системах для этой цели следует использовать сливные краны.

По окончании контроля наружной герметичности восстановить монтаж, а в паспорте изделия сделать пометку о контроле. Восстановленные после контроля соединения трубопроводов и патрубков далее необходимо проверить на наружную герметичность при испытаниях систем на работоспособность.

Технологический процесс контроля наружной герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов способами "шупа" и свободного обдува (контрольное вещество — смесь гелия с воздухом или азотом либо смесь фреона с воздухом или азотом; индикаторы утечки — ПТИ-4А, ПТИ-6, ПТИ-7, ГТИ-3, ВАГТИ-4 соответственно). Примеры контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов приведены на рис. 6.8 и 6.9, а, б.

Проверка герметичности трубопроводных коммуникаций способами "шупа" или свободного обдува может выполняться как на несостыкованных агрегатах (Ф1, Ф2, Кр), так и на полностью собранном изделии.

Контроль герметичности трубопроводных коммуникаций указанными способами рекомендуется производить после монтажа трубопроводов и агрегатов, перед испытанием трубопроводных коммуникаций на работоспособность.

При использовании Фреона-12, или Фреона-22 предпочтение следует оказывать Фреону-22, так как он имеет большее по сравнению с Фреоном-12 давление насыщенных паров (см. ниже).

Температура, °С	-10	0	+10	+20	+30	+40
Давление насыщенных паров, МПа:						
Фреон-12	0,22	0,32	0,43	0,58	0,76	0,98
Фреон-22	0,36	0,51	0,70	0,94	1,23	1,58

При использовании для контроля герметичности фреонов необходимо учитывать, что они могут вызвать коррозию магниевых и латунных сплавов.

При контроле герметичности трубопроводных систем давление контрольного газа (гелия или фреона) в системе должно соответствовать рабочему и в зависимости от требуемой концентрации определяться по формуле

$$p_{\text{исп}} = \frac{(p_{\text{Гел}} + 1)C}{100}, \quad (6.1)$$

где $p_{\text{исп}}$ — давление при испытаниях согласно чертежу или ТУ, МПа; $p_{\text{Гел}}$ —

давление контрольного газа при концентрации C , МПа; C – концентрация контрольного газа в смеси, %.

П р и м е ч а н и е. Давление фреона в трубопроводах должно быть меньше парциального давления (оно равно 0,58 МПа), при котором фреон превращается в жидкость при соответствующей температуре окружающего пространства.

Сущность процесса контроля герметичности способом "щупа" или обдува: систему изделия заполняют контрольной средой под избыточным давлением и после выдержки по ТУ определяют места утечек специальным щупом. При негерметичности системы контрольное вещество попадает в течеискатель. Герметичность оценивают по отклонению стрелки прибора и звуковому или световому сигналам.

Перед контролем герметичности трубопроводных коммуникаций с них следует демонтировать агрегаты, не допускающие опрессовку газом или препятствующие созданию в системе избыточного давления, и заменить их технологическими переходниками.

Перед проверкой герметичности трубопроводных систем должен быть закончен и тщательно проконтролирован монтаж трубопроводов и патрубков всего изделия. Смонтированные трубопроводы и патрубки должны быть продуты в соответствии с указаниями разд. 6.5.

Необходимо проверить наличие паспорта на контрольные течи и приборы и убедиться, что имеются отметки о пригодности их к работе. Установить технологические заглушки и подсоединить стенд к испытываемой системе изделия.

Контроль герметичности производить после подготовки трубопроводных коммуникаций к контролю в следующей последовательности:

открыть вентиль подачи контрольной среды и заполнить систему изделия смесью до давления согласно ТУ чертежа или ПИ на контроль системы; выдержать систему под давлением в течение времени, указанного в ТУ чертежа или ПИ на контроль системы;

проверить герметичность системы путем последовательного перемещения щупа по проверяемым местам; скорость перемещения щупа должна быть не более 0,003 ... 0,005 м/с;

при обнаружении утечки необходимо удалить щуп от места утечки; приступить к поиску течи можно только после того, как стрелка течеискателя возвратится в первоначальное положение.

П р и м е ч а н и е. Течи устраняют с помощью подтягивания накидных гаек или замены трубок только при полном отсутствии в системе избыточного давления. После подтяжки гаек повторить контроль;

открыть вентиль сброса давления и продуть систему через дренаж сухим сжатым воздухом;

восстановить монтаж трубопроводов и патрубков.

В паспорте изделия сделать отметку "Проведен контроль герметичности данной системы".

После контроля герметичности трубопроводных коммуникаций по требованию работников ОТК и представителя заказчика может быть произведен повторный выборочный контроль.

Восстановленные после контроля соединения трубопроводов и патрубков проверить на наружную герметичность при испытаниях их на работоспособность.

Технологический процесс контроля наружной герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов способом накопления при атмосферном давлении (контрольное вещество — смесь гелия с воздухом или азотом; индикаторы утечки — ПТИ-4А, ПТИ-6, ПТИ-7). Пример контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов приведен на рис. 6.10, а, б, в.

При контроле герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов необходимо проверить техническую документацию о выполнении всех технологических операций, предшествующих испытаниям на герметичность данной системы. Затем осмотреть проверяемую систему с целью выявления видимых дефектов (царапин, забоин, рисок и др.).

Проверить и предъявить работникам ОТК документацию на проведение испытаний, техническую оснастку и оборудование. В документации должны быть указаны: пригодность оборудования и оснастки, соответствие чертежу и ТУ, а также сроки их переверки.

Установить технологическую оснастку для создания объема накопления, загерметизировать по стыкам и дать выдержку 10 ... 15 мин.

П р и м е ч а н и е. При отработке конструкции технологической оснастки убедить-ся, что процесс установки оснастки обеспечивает герметичность объема накопления.

Подсоединить магистрали заправки, дренажа и т.д. к испытываемым трубопроводным коммуникациям согласно технической документации и заполнить их контрольным веществом в процентном соотношении до давления, указанного в технической документации.

Трубопроводные коммуникации заполняются воздухом, азотом или гелием, точки росы которых должны быть не выше — 40 °С.

Трубопроводные коммуникации рекомендуется заполнять контрольным веществом (гелиево-воздушной смесью) одновременно с подачей гелия и воздуха (или азота — для кислородных систем) через дозаторы или специальные смесители, обеспечивающие создание равномерной концентрации гелия в смеси согласно ТУ и до давления указанного в формуле (6.1).

Время выдержки для выравнивания концентрации по всему проверяемому объему определяется экспериментально на первых нескольких образцах ЛА.

Контроль концентрации гелия в трубопроводных коммуникациях и их элементах проводят сравнением показателей течеискателя по специально приготовленной эталонной смеси с показаниями течеискателя по контрольному веществу в интересующей точке системы.

Концентрация гелия (C_A) определяется по формуле

$$C_A = \frac{C_3 U_1}{U_3} \%,$$

где C_3 — содержания гелия в специально приготовленной эталонной смеси, %;

U_1, U_3 — показания прибора по контрольному веществу в системе и по эталонной смеси соответственно, В.

Тарировку течейскаателя по контрольной смеси следует проводить не реже чем через 10 ... 15 мин в течение всего процесса контроля концентраций.

Порядок выполнения работ при подготовке течейскаателя к проведению контроля герметичности:

закреть шуп (отрегулировать наименьшее проходное сечение);

включить течейскаатель (согласно инструкции по эксплуатации катод не включать);

включить дополнительный форвакуумный насос;

открыть вентиль ДУ-8 на тройнике;

через 1—2 мин включить дополнительный вакуумметр на время, необходимое для достижения вакуума в тройнике и шланге ($6 \dots 8$) $\cdot 10^{-2}$ мм рт. ст.;

плавно открыть дросселирующий вентиль ДУ-32 течейскаателя, следить, чтобы показание магнитного манометра было не более 500 мкА;

закреть вентиль ДУ-8 на тройнике;

включить дополнительный насос, открыть и закрыть кран "Атмосфера" на тройнике; выдержать систему в течение 2—3 мин для установления предельного вакуума в камере течейскаателя (показание магнитного манометра должно быть не более 150 мкА);

включить катод течейскаателя;

установить переключатель "эмиссия" в положение 5 мкА, а переключатель выносного пульта управления (ВПУ) — в положение 100;

плавно отрегулировать проходное сечение шупа таким образом, чтобы показание магнитного вакуумметра было в пределах 300 ... 350 мкА;

настроить течейскаатель на пик гелия согласно инструкции по эксплуатации.

Для измерения с помощью течейскаателей ПТИ-6, ПТИ-7 концентрации пробного вещества в смеси с содержанием 1 ... 100 % гелия необходимо:

перед включением дополнительного механического насоса открыть дросселирующий кран ДУ-32 течейскаателя до достижения вакуума в системе, соответствующего показаниям магнитного манометра 100 ... 200 мкА (при этом большей измеряемой концентрации соответствует меньшее значение тока манометра);

включить дополнительный механический насос по достижении вакуума в шланге не ниже $5 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст.; открыть шуп таким образом, чтобы установить в шланге давление 10^{-1} мм рт.ст.,

вести иглу Льюера, установленную на шупе, в бачок с эталонной концентрацией и отметить показание по ВПУ течейскаателя. Если показания слишком большие, то плавно прикрыть кран ДУ-32, если же показания ниже желаемой величины, то плавно открыть указанный кран на большую величину;

окончательно отградуировать течейскаатель по эталонной смеси и при-

ступить к измерению концентрации в системе: для этого отобрать (применяя специальную оснастку) пробу контрольного вещества из требуемой точки проверяемого объекта, проверить по ВПУ при атмосферном давлении наличие гелия в пробе и определить степень его концентрации.

После окончания заполнения проверяемого объекта контрольным веществом отметить время в протоколе испытаний и начать отсчет времени накопления.

Примечание. Проверку целесообразно начинать в тех точках, в которых зазор между проверяемым изделием и стенкой объема накопления наименьший, а также в местах наиболее вероятной утечки.

Замерить концентрацию пробного вещества (гелия) в контрольных точках объема накопления, предусмотренных технологическим процессом на испытание, вводя иглу, установленную на шупе, в объем накопления. Время выдержки должно быть не менее времени необходимого для получения максимальных показаний (берется по процессу тарировки теческателья). После каждого замера концентраций загерметизировать объем накопления (место прокола иглы) путем заклейки его липкой лентой ПХЛ. Показание ВПУ теческателья в данной точке заносят в соответствующую графу протокола испытаний.

При избыточном давлении в проверяемом объекте категорически запрещаются работы по устранению неплотностей, а также по подготовке поверхности объекта к их устранению.

После окончания проверки герметичности произвести регенерацию гелия или сброс контрольного вещества из испытываемого объекта в атмосферу за пределы испытательного корпуса с последующей продувкой его сухим воздухом из магистрали высокого давления (точка росы воздуха должна быть оговорена в технической документации и при этом не превышать -40°C). Время продувки устанавливают технологически в зависимости от конструкции проверяемого объекта и применяемой оснастки.

Продувку можно считать законченной, если концентрация остаточного гелия в проверяемой системе не превышает 0,1 % при испытании в специальных помещениях и в условиях цеха.

После окончания испытаний закрыть шуп, перекрыть вентиль ДУ-32 теческателья, выключить теческатель ПТИ-6 или ПТИ-7 согласно инструкции по эксплуатации.

Контроль суммарной степени герметичности с чувствительностью к концентрации гелия в объеме накопления $2,5 \cdot 10^{-4}$ % проводить в следующей последовательности: определить внутренний фон гелия в системе шуп — теческатель по чистому азоту путем ввода иглы Льюера в азотно-вымораживающую ловушку; показания по ВПУ записать в протокол испытаний.

6.8. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ КОНТРОЛЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ГЕРМОКАБИН И ПАССАЖИРСКИХ САЛОНОВ, ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

На рис. 6.16 приведена принципиальная схема стенда для контроля герметичности гермокабин манометрическим, пневматическим и акустическим методами. Контроль герметичности манометрическим методом, как было уже сказано, применяется для определения суммарной степени негерметичности гермокабин; для определения локальных течей применяют способы вакуумных присосок (см. рис. 6.12), а также пневматический с применением пенных индикаторов (см. рис. 6.6 и 6.7) и акустический (см. рис. 6.14). Подробные описания техпроцессов этих способов контроля изложены в разд. 6.6.

Стенд (см. рис. 6.16) оснащен автоматическим измерителем суммарной негерметичности АИСТ-1, который позволяет осуществлять выдачу давле-

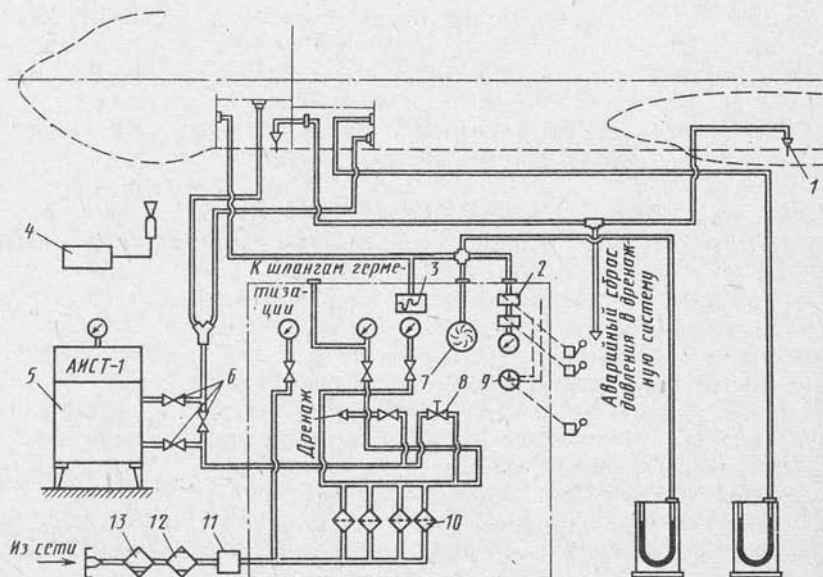
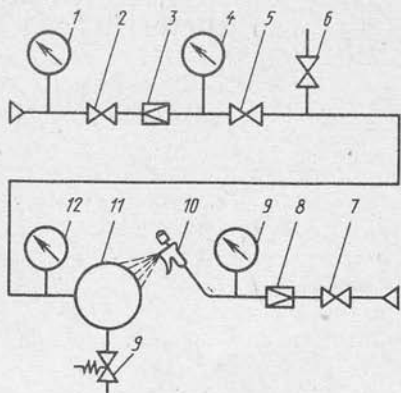


Рис. 6.16. Принципиальная схема стенда для контроля герметичности гермокабин и пассажирских салонов манометрическим, пневматическим и акустическим методами: 1 – предохранительный сигнальный клапан; 2 – сигнализатор давления; 3 – самописец давления; 4 – акустический теческатель типа ШЧТИ-1; 5 – АИСТ-1; 6 – краны включения автоматического измерителя; 7 – вариометр; 8 – предохранительный клапан; 9 – часы; 10 – фильтры; 11 – индикатор влажности; 12 – химический влагоотделитель; 13 – влагоотделитель

Рис. 6. 17. Принципиальная схема стенда для контроля герметичности пневматическим методом с использованием ПИГ и индикаторов течей на основе ПАВ: 1, 4, 9, 12 – манометры; 2, 5, 6, 7 – вентили; 3, 8 – редукционные клапаны; 10 – краскораспылитель (при использовании ПАВ – нажимная бутылка-масленка); 11 – проверяемое изделие



ния в гермокабину по заданной программе. Результаты измерений суммарной негерметичности автоматически фиксируются на цифропечатающем устройстве с помощью крана.

На рис. 6.17 приведена принципиальная схема стенда для нанесения полимерных индикаторов на гермокабины, пассажирские салоны и на различные типы соединений трубопроводов и патрубков (см. рис. 6.6, а, б, в и 6.7) при контроле их герметичности пневматическим методом.

На рис. 6.18 приведена принципиальная схема стенда для подачи гелия в контролируемую систему при контроле герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов методами "щупа", "накопления при атмосферном давлении" и "свободного обдува" (см. рис. 6.8, 6.9 и 6.10), а на рис. 6.19 – схема стенда для подачи фреона при контроле только способом "щупа".

На рис. 6.19 показана принципиальная схема стенда для заправки фреоно-воздушной смесью трубопроводных коммуникаций газовых и топливных систем с использованием течеискателя ГТИ-6.

Конструкция стенда допускает раздельное заполнение либо фреоном, либо воздухом контролируемых конструкций. Полнота испарения жидкого фреона и предотвращение его замерзания обеспечивается наличием испарителя фреона, в который подается от цеховой системы горячая вода, и расширительных баллонов.

Предусмотрена также встроенная система, включающая баллон и вакуумный насос для приготовления эталонной фреоно-воздушной смеси и для проверки работоспособности щупа галогенного течеискателя ГТИ-6 по контрольной течи.

Принципиальная схема способа "щупа" с избирательной откачкой (рис. 6.20) отличается от обычной схемы способа "щупа" только наличием цеолитового насоса 4.

П р и м е ч а н и е. Принцип действия цеолитового насоса основан на способности цеолита, охлажденного до температуры, близкой к температуре жидкого азота 77 К (-196 °С), поглощать газы и пары.

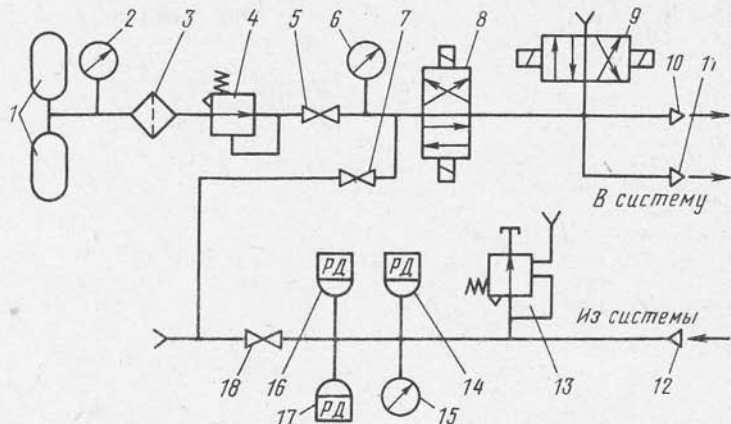


Рис. 6. 18. Принципиальная схема стнда подачи гелия в контролируемую систему: 1 – баллоны с гелием; 2, 6, 15 – манометры (2 – МВ-250; 6 – МТИ-6; 15 – МТИ-1,6); 3 – фильтр; 4 – редуктор; 5, 7 – вентили; 10, 11, 12 – штуцера; 13 – клапан предохранительный; 14, 16, 17 – сигнализаторы давления (14 – СДУ-2А, 16, 17 – СДУ-3А)

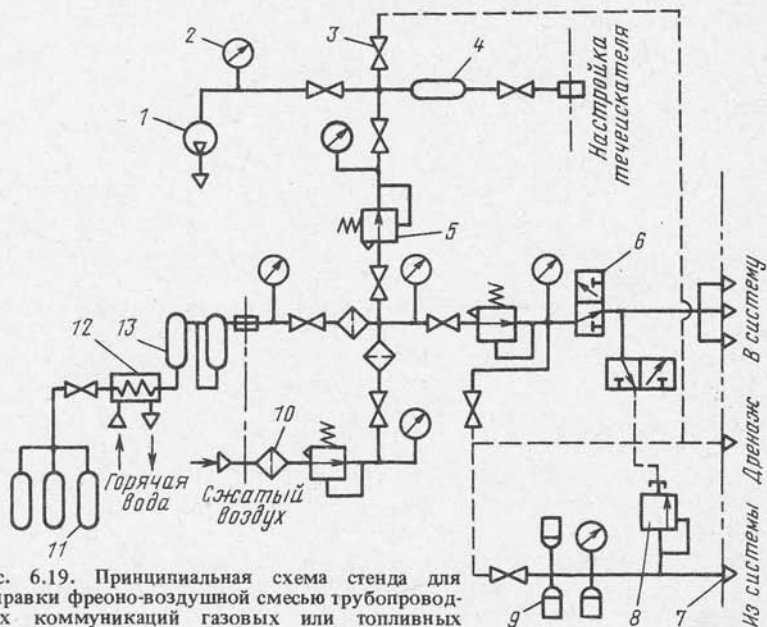


Рис. 6.19. Принципиальная схема стнда для заправки фреоно-воздушной смесью трубопроводных коммуникаций газовых или топливных систем: 1 – вакуумный насос; 2 – манометр; 3 – вентиль; 4 – баллон; 5 – редуктор; 6, 8 – клапаны (6 – электрический, 8 – предохранительный); 7 – присоединительный штуцер; 9 – датчик давления; 10 – фильтр; 11, 13 – баллоны (11 – с фреоном, 13 – расширительный); 12 – испаритель фреона

Рис. 6. 20. Принципиальная схема контроля герметичности способом "щупа" трубопроводных коммуникаций газовых систем:

1 – течеискатель; 2 – вакуумметр; 3, 7 – вакуумные вентили; 4 – цеолитовый насос; 5 – соединительный шланг; 6 – щуп; 8 – вакуумный насос

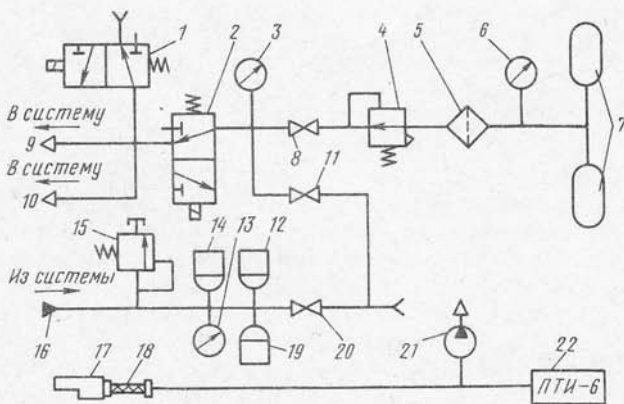
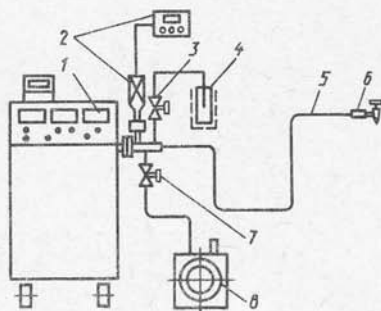


Рис. 6.21. Принципиальная схема контроля герметичности способом "щупа" трубопроводных коммуникаций и их элементов топливных систем на герметичность:

1, 2 – электрокраны марки 782000-1; 3, 6, 13 – манометры (3 – МТИ-16, 6 – МВ-250, класс 2, 5; 13 – МТИ-1,6, класс 1,6); 4 – редуктор 669300 В-9, $p_{\text{вых}} = 0,8$ МПа; 5 – фильтр 442; 7 – баллон с гелиево-воздушной смесью, $p_{\text{max}} = 15$ МПа; 8, 11, 20 – вентили; 9, 10, 16 – штуцера; 12, 14, 19 – сигнализаторы давления (12 – СДУ-3А, $p_{\text{сраб}} = 0,051$ МПа; 14 – СДУ-2А, $p_{\text{сраб}} = 0,047$ МПа; 19 – СДУ-3А, $p_{\text{сраб}} = 0,052$ МПа); 15 – клапан предохранительный С9961-510, $p_{\text{откр}} = 0,051$ МПа; 17 – щуп выносной с атмосферным датчиком; 18 – шланг; 21 – насос вакуумный, РВМ-20; 22 – блок измерительный (17, 18, 21, 22 – из комплекта ПТИ-6)

Для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов топливных систем масс-спектрометрическим методом "щупа" рекомендуется применять стенд, функциональная схема которого приведена на рис. 6.21. Для контрольной смеси, содержащей в качестве пробного газа фреон, необходимо применять галоидные течеискатели ГТИ-3, ВАГТИ-4, ГТИ-6.

Для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций газовых

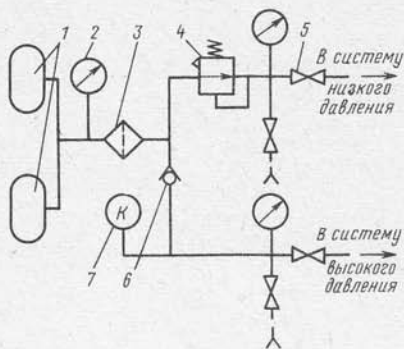


Рис. 6. 22. Принципиальная схема стенда для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций газовых систем пневматическим методом

1 – баллон; 2 – воздушный манометр; 3 – воздушный фильтр; 4 – воздушный редуктор; 5 – вентиль; 6 – обратный клапан; 7 – компрессор

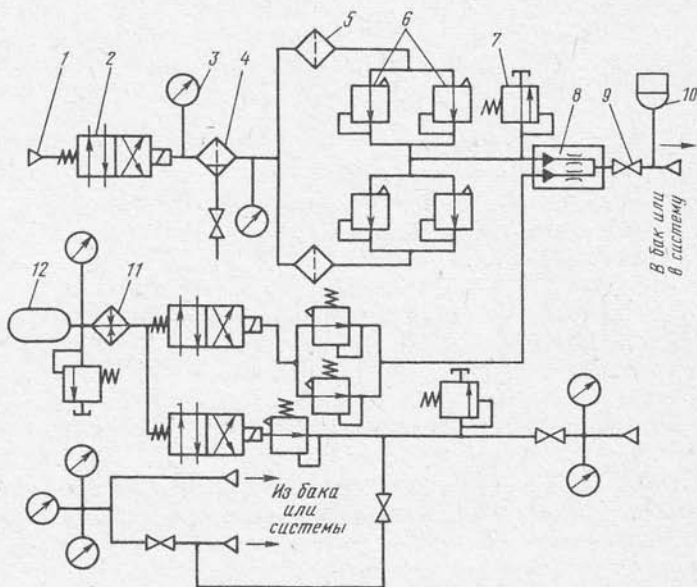


Рис. 6. 23. Принципиальная схема универсального стенда для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций газовых и топливных систем:

1 – зарядный штуцер; 2 – электропневмоклапан; 3 – манометр; 4 – влагоотделитель; 5 – воздушный фильтр; 6 – воздушный редуктор; 7 – предохранительный клапан; 8 – смеситель; 9 – вентиль; 10 – датчик давления; 11 – радиатор; 12 – баллон с фреоном

систем (за исключением кислородной системы и полностью смонтированных гидравлических) рекомендуется применять стенды, принципиальные схемы которых приведены на рис. 6.22 и 6.23.

Универсальный стенд (рис. 6.22) состоит из двух систем: пневмосистемы и магистрали для подачи фреона или гелия в смеситель и далее – в сис-

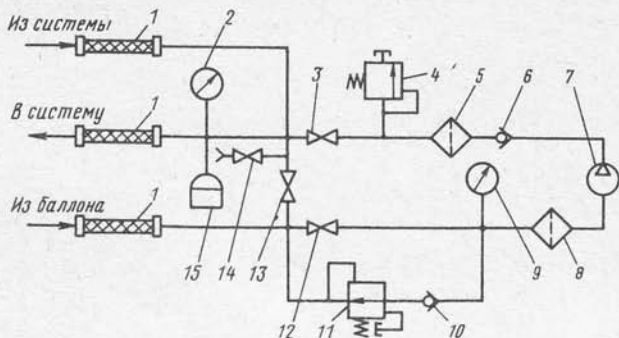


Рис. 6. 24. Схема стенда для проверки герметичности кислородной системы: 1 – шланги 4609А-Г6-240-2000; 2, 9 – манометры, $p = 0 \dots 25$ МПа, класс 1, 3, 12, 13, 14 – краны 652200А; 4, 6, 10 – клапаны (4 – предохранительный 438, $p_{откр} = 16$ МПа; 6, 10 – обратные 9984А); 5, 8 – фильтры (5 – СМ 98180-20, 8 – 442); 7 – компрессор КН-4; 11 – редуктор РВ-5; 15 – сигнализатор давления СДУ 11А-130, $p_{сраб} = 15,4$ МПа

тому изделия. Стенд может работать отдельно как от воздушной системы, так и от фреоновой. Автоматический контроль за давлением в испытуемой системе осуществляется сигнализатором давления типа СДУ-2, отрегулированным на заданное давление.

Для контрольной смеси, содержащей в качестве пробного газа гелий, необходимо применять масс-спектрометрические гелевые течеискатели РТИ-4А, ПТИ-6, ПТИ-7 и др.

Для контроля трубопроводных коммуникаций и их элементов кислородной системы на герметичность рекомендуется применять стенды, принципиальные схемы которых приведены на рис. 6.22 или 6.24. Рабочей средой в этих случаях должен быть газ – азот или его смесь с гелием. Рабочие места должны быть оснащены кисточками для нанесения нейтрального мыла (состав его приведен ранее), хлопчатобумажными салфетками для удаления мыла и металлической посудой для содержания контролируемых поверхностей.

Для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов гидросистем следует применять специализированные схемы (рис. 6.25, см. также рис. 5.10 и 5.11). Эти же стенды можно использовать и при контроле внутренней герметичности гидросистем.

Чувствительность люминесцентного метода в значительной мере зависит от вида индикаторного пенетранта, который представляет собой раствор люминофора в индикаторной жидкости, а также от правильности выбора источника ультрафиолетового излучения.

Из всех известных люминесцентных растворов наилучшей чувствительностью обладают растворы на основе керосина марки ЛЖ-15, в котором в качестве люминофора используется леонол, обладающий большой прони-

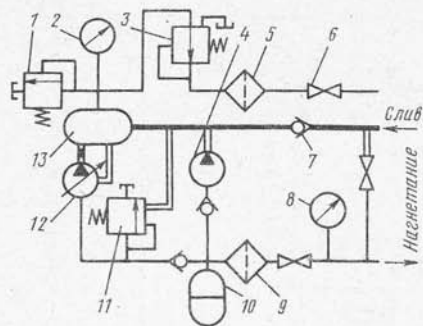


Рис. 6. 25. Принципиальная схема ста-
нда для контроля трубопроводных ком-
муникаций гидросистем на гермети-
чность гидростатическим методом:

- 1, 11 – клапаны предохранительные;
2 – воздушный манометр; 3 – воздуш-
ный редуктор; 4, 12 – насосы (4 –
ручной НР-0,1, 12 – гидравлический);
5, 9 – фильтры (5 – воздушный,
9 – гидравлический); 6 – вентиль;
7 – обратный клапан; 8 – манометр
гидравлический; 10 – гидроаккумуля-
тор; 13 – гидробак;

кающей способностью, а также жидкость марки ТМС-6 для рабочих жидкостей гидросистем.

Контроль герметичности гидравлических и топливных систем описанными методами необходимо производить перед их окончательной промывкой.

Для этих целей необходимо использовать стенды, принципиальные схемы, которых приведены на рис. 6.25, 5.10, 5.11. В качестве источника ультрафиолетового света для визуального контроля могут быть рекомендованы прожекторные сверхмощные излучатели типа ДРШ-1000. Данные излучатели являются переносными с малогабаритными импульсными лазерами и волоконной оптикой. Их используют для освещения объектов с плохим доступом к контролируемой поверхности. Для контроля гидротопливных систем, имеющих свободный доступ, можно использовать переносные светильники с лампами СВД-120А, ДРШ-100-2, ДРШ-50.

Для автоматического контроля можно использовать импульсные лазерные излучатели со сканирующими устройствами и волоконной оптикой (см. рис. 6.3 ... 6.5).

Для контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов газовых систем (возможна замена рабочих жидкостей газами) в настоящее время применяют газозлектрические способы (рис. 6.26).

Проверку герметичности на данном стенде выполняют следующим образом. На проверяемые разъемные соединения 6, 9, 10 устанавливают камеры накопления 2, 4, 5, которые автоматически уплотняют на трубопроводе с помощью вакуумных уплотнителей 1, 3. Смонтированная система трубопроводов заполняется с помощью автоматического измерителя суммарной утечки 22 типа АИСТ-1 до необходимого по техническим условиям избыточного давления газовой смеси с определенным содержанием азота через электропневмоклапаны 11, 20. Вакуумные шланги 7, 8 от камер накопления подсоединяются к золотниковому распределительному устройству 16, с помощью которого то или иное соединение подключается к любому газозлектрическому датчику течейскаателя, например течейскаателю типа ИГТ-1. Вакуумный насос 23 осуществляет отбор газоздушных проб из камер накопления 2, 4, 5 через соответствующие каналы

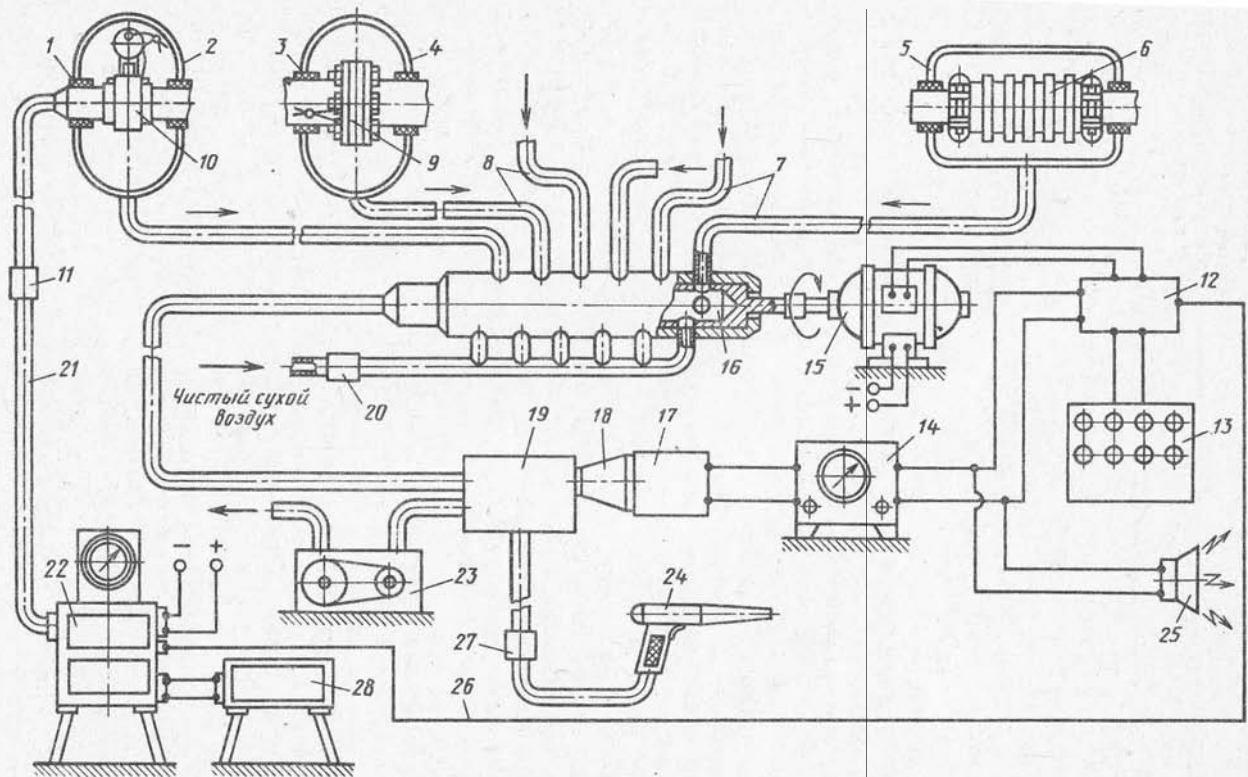


Рис. 6.26. Схема стенда для автоматического контроля герметичности разъемных соединений с помощью инфракрасного газового течеискателя ИГТ-1

распределительного золотникового устройства 16, соединенного с оптико-акустическим приемником 17 через газовый модулятор 18.

Выносной щуп течеискателя 24 при необходимости уточнения места локальной течи и контрольной проверки прибора после устранения дефекта подключают к рабочей камере 19. Распределительный золотник приводится во вращение синхронным двигателем 15. Управление работой двигателя осуществляется блоком программного управления 12. Заправку испытываемой системы газовой средой выполняет прибор АИСТ-1. Этот же прибор определяет соответствие суммарной утечки установленному допуску по техническим требованиям на проверяемую систему. При отклонении от допуска производится автоматическое включение вакуумного насоса 23 инфракрасного газового течеискателя ИГТ-1 с электронными блоками 14 и блоком программного управления 12, который, в свою очередь, включает синхронный двигатель 15 для "поиска" негерметичного соединения или группы соединений поочередным подключением камер накопления 2, 4, 5 к датчику течеискателя ИГТ-1. При обнаружении в анализируемой газовой смеси пробного газа (в данном примере закиси азота) электронный блок 14 выдает в блок программного управления 12 соответствующий сигнал, который на цифровом табло 13 покажет номер дефектного соединения и включит звуковую сигнализацию 25.

Анализ конструкции акустических течеискателей показал, что в основном они изготовлены примерно по одинаковым принципиальным схемам (ТУЗ-5М, ТУЗ-2, АТ-1, АТ-2, "Транслейтор" и "ДОУ" — 8900/А).

Для отыскания течей в труднодоступных местах и защиты от внешних помех, создающих нежелательный фон в процессе работы течеискателя, была изготовлена специальная гибкая поисковая насадка. Насадка представляет собой резиновую трубку диаметром 0,01 м и длиной около 0,4 м с металлическим переходником для установки его на корпусе течеискателя.

При всех методах и средствах контроля герметичности трубопроводных коммуникаций и их элементов необходимо применять образцовые манометры [20, 24], а для отсчета времени — секундомеры.

ГЛАВА 7

ОТРАБОТКА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ И ИХ УЧАСТКОВ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Системы отрабатывают на работоспособность после монтажа в ЦОС или в АСЦ. Отработку систем на работоспособность в АСЦ следует проводить в том случае, когда технологией сборки ЛА предусмотрены окончательный монтаж, отработка и испытание участков системы на данном агрегате.

Отработке на работоспособность подвергают гидросистему, пневмосистему, а также кислородную, противопожарную и другие системы.

П р и м е ч а н и е. Перечень систем, подвергающихся отработке на работоспособность, и периодичность их обработок указывают ОКБ разработчика или СКО завода.

Отрабатывают системы на работоспособность после окончательного монтажа трубопроводов и агрегатов, промывки (гидросистем) и проверки систем на герметичность.

Смонтированные гидросистемы рекомендуется отрабатывать на работоспособность по отдельным участкам, например, в таком порядке: шасси, закрылки, тормозные щитки, противопожарные створки, стеклоочистители, конусы воздухозаборника, управление элеронами и интерцепторами, управление стабилизатором, створками грузовых отсеков, аварийные участки гидросистемы торможения колес, выпуска шасси и закрылков и ряд других участков.

При отработке гидросистем на работоспособность рабочие фильтры следует заменить технологическими и подсоединить гидробаки к системе изделия. Если указанная операция проводилась после проверки герметичности гидросистемы, жидкость из последней необходимо слить. Объем сливаемой жидкости в этом случае должен быть не менее 70—80 % от общего объема жидкости всей гидросистемы самолета (вертолета).

Если гидросистема отрабатывалась на работоспособность после ее промывки и при этом был получен положительный результат о чистоте рабочей жидкости, сливать жидкость не нужно.

После отработки всей гидросистемы на работоспособность производят предварительный и окончательный контроль чистоты гидросистемы. Места отбора проб (не менее 2—3-х) из гидросистемы изделия для контроля чистоты жидкости оговариваются конструкторами ОКБ разработчика или СКО завода.

Пробы рекомендуется брать в количестве не менее 0,5 л из следующих точек гидросистем изделия: на линии слива, полости гидробака через бортовые штуцера всасывания, участке между фильтром и гидроусилителем.

Параметры режимов отработки гидросистемы на работоспособность (синхронность, время, четкость, число и последовательность срабатываний, правильность регулирования, работу сигнализации и другие параметры) назначают согласно ТУ чертежа и ПИ ОКБ разработчика или СКО серийного завода. При этом необходимо контролировать зазоры между конструкцией планера и узлами или агрегатами обрабатываемых систем.

7.2. ОТРАБОТКА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ИХ УЧАСТКОВ

Перед началом отработки на работоспособность гидросистемы или ее участков следует подсоединить рулевые машинки автопилота, гидроусилители и гидробаки, проверить замену рабочих фильтров технологически, отсоединить агрегаты, не используемые в отработке данного участка, согласно требованиям ТУ чертежа и ПИ разработчика.

Отрабатывать на работоспособность гидросистему по ее участкам рекомендуется в следующей последовательности:

послед. в. в. в.

проверить готовность стенда к обработке системы (заправка, электропитание и т.д.);

включить световую сигнализацию "ВНИМАНИЕ"! Идет обработка гидросистемы";

переключить стенд на заданный режим работы;

включить стенд и проверить правильность работы по заданным режимам;

создать в гидросистеме рабочее давление, обработать систему (или отдельные участки) на работоспособность, производя определенное количество срабатываний агрегатов согласно ТУ или ПИ ОКБ разработчика.

П р и м е ч а н и е. При обработке системы необходимо следить за ее герметичностью; негерметичность не допускается; течи устранять после сброса давления до нуля с помощью подтягивания накидных гаек или замены трубок;

заполнить таблицу, разработанную в ОКБ разработчика или СКО серийного завода, на проверяемые параметры гидросистемы по ее участкам.

Примерные параметры, замеряемые при обработке гидросистемы и ее участков на работоспособность, приведены в табл. П. 15.

После окончания обработки всей гидросистемы на работоспособность переключить позиционный кран на прокачку жидкости через контрольный оптический фильтр или прибор и произвести прокачку через них в течение 5 мин.

Отключить стенд, включить подсвет оптического фильтра или прибор и предварительно проконтролировать чистоту гидросистемы.

П р и м е ч а н и я: 1. Если на фильтре обнаружены посторонние частицы или прибор показывает, что превышена допустимая величина концентрации жидкости посторонними частицами, гидросистемы следует промыть вторично согласно гл. 5.

2. Если и после повторной промывки чистота гидросистемы не будет отвечать необходимым требованиям, то из системы нужно слить гидросмесь, заправить ее и промывать до тех пор, пока не будет достигнута требуемая чистота.

После промывки системы и контроля чистоты жидкости оптическим фильтром или прибором следует переключить кран стенда на пробоотборник и прокачать через него жидкость в течение 5 мин, после чего взять пробу из стенда для микроскопического анализа. Пробы для контроля чистоты промываемой гидросистемы брать в двух—трех точках, указанных ТУ и ПИ на контроль чистоты гидросистем.

Если по результатам контроля будет установлено, что проверяемые параметры и чистота гидросистемы отвечают ТУ, что в паспорте изделия делают отметку о чистоте гидросистемы.

Гидросистема считается чистой, если в 100 см³ пробы рабочей жидкости, взятой из систем, число и размер загрязняющих частиц не превышает следующих норм:

Размер частиц, мкм	5	10	11	25	26	50	51	100	Свыше 100
Число частиц, шт.	2000	600	100	25	2				

При этом массовая концентрация загрязнений при предварительном контроле не должна превышать 8,5 мг/л.

Отключить стенд, отсоединить гидрешланги, закрыть наконечники шлангов и штуцера бортовой зарядки колпачками и сдать стенд на промывку фильтров.

Технологические фильтры снять и направить их на промывку для восстановления чистоты и пропускной способности фильтроэлементов; поставить рабочие фильтры, подсоединив к ним трубопроводы, после чего соединения необходимо законтрить и опломбировать.

Подсоединить трубопроводы к гидронасосам изделия, которые во время отработки гидросистемы на работоспособность не были подключены, законтрив и опломбировав соединения трубопроводов.

7.3. ОТРАБОТКА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ И ИХ УЧАСТКОВ

Смонтированные, проверенные на герметичность и промытые топливные системы подвергают отработке на работоспособность. Режимы отработки на работоспособность, число и последовательность срабатываний и другие параметры необходимо назначить согласно ТУ чертежа и ПИ ОКБ разработчика или СКО серийного завода.

При отработке топливных систем на работоспособность следует рабочие фильтры системы заменить на технологические. Топливная система считается чистой, если число механических примесей в пробе рабочей жидкости, отобранной на выходе из топливной системы, не превышает 0,0002 % по массе 1,54 мг/л — по массовой концентрации, а по гранулометрическому составу в 100 см³ пробы не превышает следующих величин:

Размер частиц, мкм	5	10	11	25	26	50	51	100	Свыше 100
Число частиц, шт.	1000	300	75	25	2				

Проверить замену рабочих фильтров на технологические, а также подсоединения и установки технологических переходников, манометров, необходимых датчиков и другой регистрирующей аппаратуры. Подсоединить стенд отработки топливной системы к заправщику или использовать подсоединенный стенд отработки топливной системы на работоспособность. Перед заправкой заземлить стенд и обрабатываемое изделие.

Отработку топливной системы на работоспособность рекомендуется производить в следующей последовательности:

- проверить готовность стенда к отработке системы;
- включить световую сигнализацию "ВНИМАНИЕ! Идет отработка системы";
- проверить или произвести (если заправка производится с использованием стенда) заправку изделия рабочей жидкостью;
- переключить стенд на заданный режим работы;
- включить стенд и проверить правильность его работы в заданных режимах, последовательность срабатывания и другие параметры, которые необ-

ходимо проверять при отработке (в том числе герметичность соединений; негерметичность не допускается; течи следует устранять после сброса давления в системе);

заполнить таблицу (табл. П.16), разработанную в ОКБ разработчика или СКО серийного завода, на примерные параметры, измеряемые в процессе отработки топливной системы на работоспособность.

После проведения отработки топливной системы на работоспособность взять пробу из системы для микроскопического анализа; пробу для контроля чистоты топливной системы брать на ее выходе (сливной магистрали) или в местах, указанных ТУ или ПИ на контроль чистоты топливной системы.

Отключить стенд, отсоединить от изделия, закрыть наконечники шлангов колпачками. Заменить технологические фильтры рабочими, снять технологические переходники, манометры, датчики и другую регистрирующую аппаратуру, восстановить топливную систему изделия. Заправить изделие (топливную систему) рабочей жидкостью (топливом) в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

7.4. ОТРАБОТКА НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ГАЗОВЫХ СИСТЕМ И ИХ УЧАСТКОВ

Смонтированные пневматические системы обрабатывают на работоспособность после монтажа, продувки и проверки систем на герметичность. Режимы отработки, число и последовательность срабатываний и другие параметры назначают согласно ТУ чертежа и ПИ ОКБ разработчика или СКО серийного завода. В качестве рабочей среды рекомендуется использовать воздух или азот.

Перед отработкой пневматических систем на работоспособность тщательно проконтролировать монтаж всей системы. Подключить агрегаты, отключенные во время предыдущих испытаний. Установить стенд на рабочее место, снять заглушки и подсоединить шланг стенда к изделию.

После подготовки пневматических систем к отработке на работоспособность следует приступить к выполнению технологического процесса в следующей последовательности.

Переключить стенд на заданный режим работы под давлением на время, указанное в ТУ. Включить стенд и световой сигнал "ВНИМАНИЕ! Идет отработка системы" и проверить правильность работы по заданным параметрам.

Проверить после прохождения цикла испытаний стравливание давления из системы изделия через стенд. Произвести отработку систем на работоспособность.

П р и м е ч а н и я: 1. При отработке систем на работоспособность контролировать герметичность системы.

2. После сброса давления до нуля течи устраняют подтягиванием накидных гаек или заменой труб.

Заполнять таблицу (табл. П.17), разрабатываемую в ОКБ разработчика или СКО серийного завода на проверяемые параметры пневматических, кислородных и других систем.

Стравить давление из проверяемой системы изделия через систему стэнда.

Примечание. Для удаления контрольной среды из системы изделия необходимо предусмотреть наличие дренажных клапанов.

Снять заглушки и отсоединить шланги стэнда от проверяемой системы. Шланги и штуцера заглушить и опломбировать.

После окончания отработки пневматических систем на работоспособность (при соответствии систем ТУ или ПИ) в паспорте изделия сделать отметку о фактических данных, полученных при отработке систем.

7.5. ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ОТРАБОТКЕ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ГИДРОГАЗОВЫХ И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ

При отработке на работоспособность гидрогазовых и топливных систем и их элементов слесарь-испытатель должен быть знаком с условиями эксплуатации стенового оборудования, а также уметь читать их принципиальные схемы.

На рис. 7.1 приведена принципиальная схема универсального стэнда для отработки на работоспособность гидросистемы или ее участков, предназначенного для одновременной отработки основной, бустерной, дублирующей и аварийной систем.

Начиная отработку на работоспособность некоторых участков гидросистемы (поворот передней стойки, стабилизатора и др.), необходимо использовать ручной насос стэнда для исключения возможности выхода из строя этих участков.

Принципиальная схема стэнда для одновременной или раздельной отработки на работоспособность участков гидросистемы в АСЦ и ЦОС приведена на рис. 7.2. Для отработки на работоспособность системы шасси в АСЦ и ЦОС можно применять другой стэнд (рис. 7.3). На рис. 7.4 приведена принципиальная схема для отработки на работоспособность пневматических систем.

Для пневматических и гидравлических систем на работоспособность допускается применение комбинированного стэнда (пневмогидравлического).

Для отработки на работоспособность топливных систем рекомендуется универсальный стэнд (рис. 7.5). Стэнд предназначен также для одновременной контрольной промывки топливных систем.

Стэнд позволяет производить следующие работы:

проверку и регулирование системы наддува и дренажа баковых отсеков;

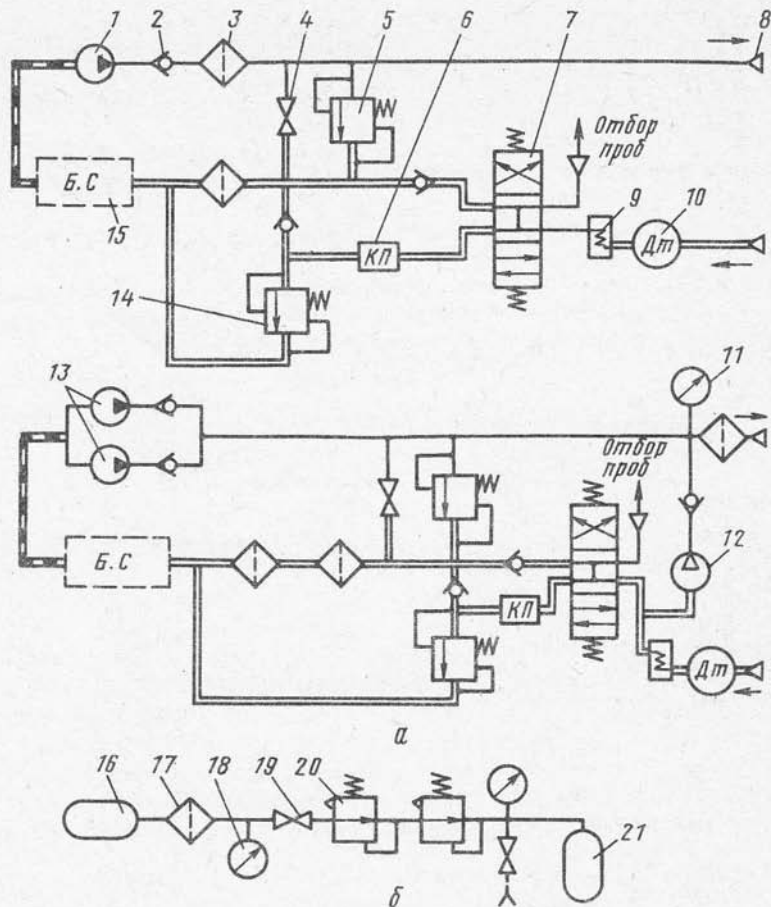


Рис. 7. 1. Принципиальные схемы стенда для испытания на работоспособность гидро-системы:

а – гидравлическая система; *б* – система поддавливания; 1, 12, 13 – насосы (1, 13 – переменной подачи, 12 – ручной); 2, 5 – клапаны (2 – обратный, 5 – предохранительный); 3, 17 – фильтры воздушные; 4, 19 – вентили; 6 – контрольный прибор или оптический фильтр; 7 – четырехходовой кран; 8 – зарядный штуцер; 9 – турбохолодильник; 10 – температурный датчик; 11, 18 – воздушные манометры; 14, 20 – редукторы; 15 – бак самолетный; 16 – баллон сжатого воздуха; 21 – гидробак

- проверку работоспособности системы командного топлива;
- проверку работоспособности системы централизованной заправки под давлением;
- проверку очередности обработки баковых отсеков с контролем порядка выработки;

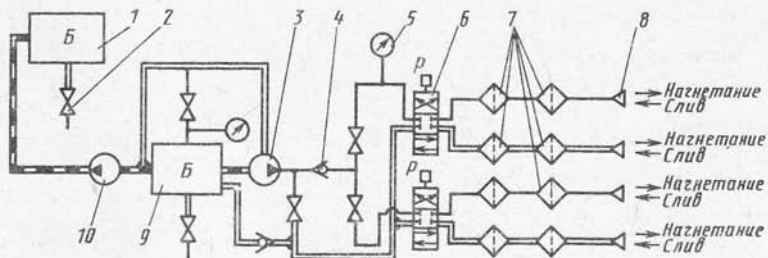


Рис. 7. 2. Принципиальная схема стэнда для одновременного и раздельного испытания участков гидросистемы на работоспособность:

1, 9 – баки; 2 – вентиль; 3 – насос; 4 – обратный клапан; 5 – манометр; 6 – четырехходовой кран; 7 – фильтр с тонкостью фильтрации 5 мкм, 8 – зарядный штуцер; 10 – насос ручной

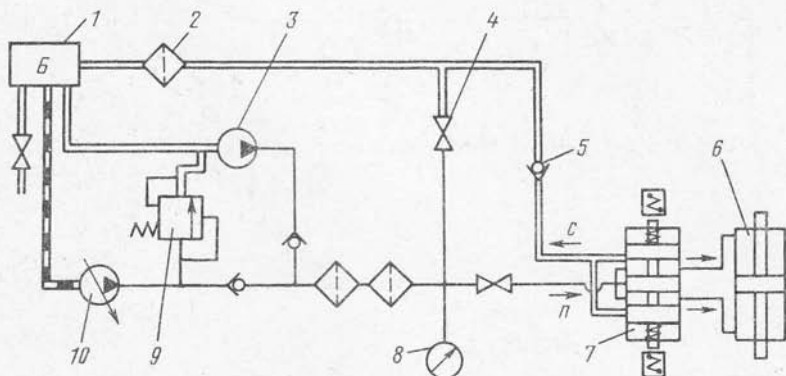
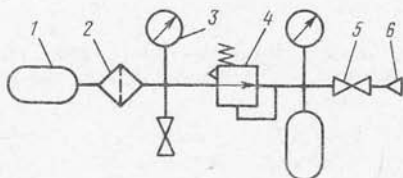


Рис. 7. 3. Принципиальная схема стэнда для испытания системы шасси на работоспособность:

1 – бак; 2 – фильтр; 3, 10 – насосы (3 – ручной); 4 – вентиль; 5, 9 – клапаны (5 – обратный, 9 – предохранительный); 6 – силовой цилиндр; 7 – четырехходовой кран; 8 – манометр

Рис. 7. 4. Принципиальная схема стэнда для испытания пневматических систем на работоспособность:

1 – баллон; 2 – фильтр воздушный; 3 – манометр; 4 – редуктор воздушный; 5 – вентиль; 6 – зарядный штуцер



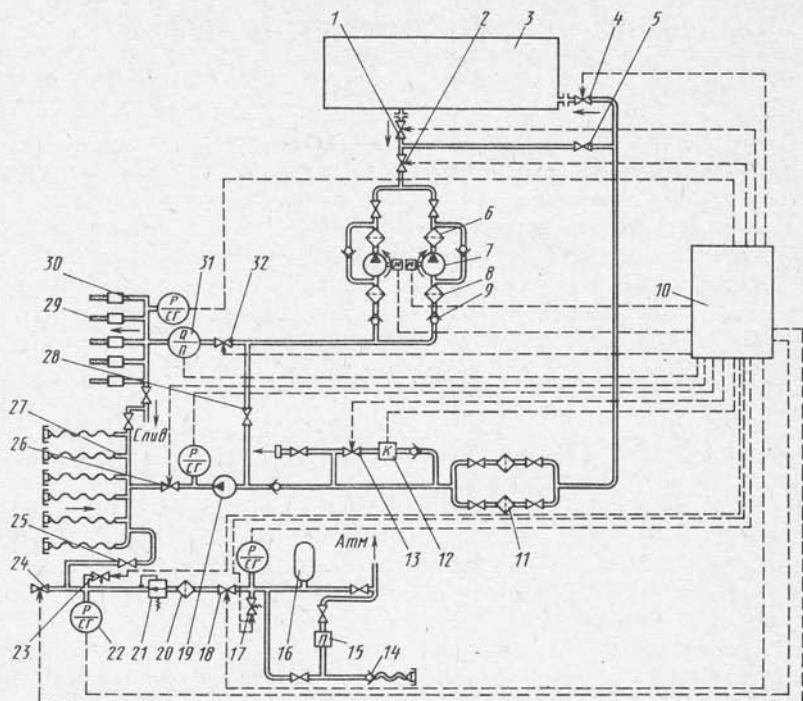


Рис. 7. 5. Схема передвижной специализированной установки для испытаний на работоспособность топливных систем:

1, 2, 4, 13, 18, 24, 26, 32 – краны с дистанционным управлением; 3 – топливозаправщик; 5, 25, 28 – вентили; 6, 8, 11 – фильтры (6 – с тонкостью фильтрации 40 мкм, 8, 11 – с тонкостью фильтрации 12 ... 16 мкм); 7 – насос; 9, 14 – клапаны (9 – обратный, 14 – для зарядки баллона воздухом); 10 – пульт управления; 12 – прибор для контроля чистоты топлива; 15 – прибор для контроля влажности воздуха; 16 – баллон с воздухом; 17, 23 – вентили с ручным управлением; 19 – насос слива; 20 – воздушный фильтр; 21 – редуктор; 22 – сигнализатор давления типа СДУ; 27 – коллектор слива; 29 – устройство разбрызгивания (струйная насадка); 30 – коллектор; 31 – расходомер

- проверку герметичности топливной системы;
- проверку и настройку систем запаса и контроля топлива;
- проверку работоспособности сигнализации топливной системы;
- исследование системы с целью получения статистических материалов для разработки методов прогнозирования срока безотказной работы и поиска неисправностей;
- исследование влияния производственных факторов на качество работы, надежность и ресурс системы;
- периодический контроль качества и работоспособности эксплуатируемых топливных систем;

контрольную промывку всей топливной системы и ее участков; контроль порядка выработки топлива по приборам стенда и изделия. По окончании работ системы стенда продувают, затем замеренные параметры заносят в таблицу (см. табл. П. 16).

По окончании продувки системы закрывают все открытые вентили, снимают и промывают технологические фильтры, участвующие в процессах промывки и испытания на работоспособность топливной системы.

Начальные и конечные циклы срабатывания участков гидравлических и топливных систем (шасси, закрылков, щитков, питание двигателей и т.д.), минимальные и максимальные моменты падения давления рабочей жидкости (в аварийной насосной станции, линиях наддува, в демпферах — перекачка топлива в баках сухого трения, порядок выработки баковых отсеков и т.д.), а также нормальную работу гидротопливных систем контролируют по загоранию сигнальных ламп на стенде или в кабине летчика.

Для замера времени и синхронности срабатывания всех указанных участков гидротопливных систем рекомендуется применять секундомеры, а также различного типа самописцы.

Для замера времени срабатывания пневматических систем (аварийного торможения и выпуска шасси, управления тормозным парашютом, торможения колес, аварийного выпуска закрылков, питания летчика кислородом, кислородной подпитки двигателя и других) рекомендуются также секундомеры.

Для замера величины давления перечисленных систем следует применять стендовые воздушные манометры и встроенные в изделие приборы контроля (в системах, кабине летчика и другие).

Четкость, синхронность и плавность срабатывания различных элементов гидрогазовых и топливных систем (до разработки объективных методов контроля) необходимо проверять визуально.

ГЛАВА 8 ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

8.1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ АГРЕГАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ

К работе по монтажу систем допускаются лица, которые изучили чертежи, ПИ, ТУ технологического процесса, прошли инструктаж у производственного мастера по технике безопасности, сдали зачет по технической документации на монтаж систем и имеют удостоверения на право производства работ.

При наличии давления в трубопроводных коммуникациях ЛА и технологических стендах **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** подтягивать соединения трубопроводов и производить ремонтные работы.

Монтируемые панели и агрегаты следует устанавливать только в при-

способлениях или подставках, предусмотренных технологическими процессами. Случайными подставками для установки панелей и агрегатов при производстве монтажных работ пользоваться не разрешается.

При монтаже разрешается пользоваться стремянками, предназначенными для данных операций по технологическому процессу. Случайными стремянками пользоваться не разрешается.

При выполнении монтажных работ пользоваться только маркированным инструментом, предусмотренным по технологическому процессу. Случайным слесарно-монтажным инструментом пользоваться не разрешается. Инструмент необходимо периодически проверять по специальному графику осмотров.

При производстве монтажных работ в отсеках, где конструкции имеют подвижные элементы или перемещающиеся механизмы с внешним управлением, обязательно предусматривать ограждение или блокировку, предупреждающую о перемещении подвижных элементов.

При выполнении монтажных работ в рабочей зоне недопустимы: грязь, проволока, шомбы, заглушки и другие посторонние предметы. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** хранить в рабочей зоне грязные салфетки, ветошь.

Уборка зоны монтажа обязательна и производится в зависимости от подходов пылесосом, салфеткой, щеткой. При уборке зоны **ЗАПРЕЩАЕТСЯ** пользоваться струей сжатого воздуха.

При выполнении монтажных работ на поверхности агрегатов разрешается пользоваться ковриком во избежание повреждения обшивки планера.

При продувке смонтированных участков трубопроводов следить, чтобы в зоне выхода струи не было посторонних. Струю направлять вверх и в сторону. Другие работы в это время запрещаются.

При производстве монтажей топливных и кислородных систем пользоваться лампой шахтерского типа (взрывобезопасной). Во время монтажных работ особое внимание уделять работе с бензином и спиртом.

При производстве монтажа в отсеках во избежание засорения глаз необходимо пользоваться защитными очками.

8.2. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАПРАВКЕ И ПРОМЫВКЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рабочие, промывающие гидрозаврашки, стэнды и гидросистемы ЛА и заправляющие их жидкостью, должны быть одеты в чистые белые халаты или другую чистую спецодежду; руки их должны быть чистыми. Список производящих промывку и заправку гидросистем должен быть утвержден приказом по цеху. Указанные рабочие должны иметь соответствующее удостоверение на право выполнения указанных работ.

Заправку баков стэндов, гидрозаврашников следует производить на специально отведенном участке, на котором полностью исключена возможность попадания в жидкость посторонних предметов. В помещении (или на

участке), где хранятся средства заправки жидкости, не должно быть оборудования, деталей узлов, не имеющих отношения к заправке гидросистем.

Рабочие, производящие ремонт и профилактические работы на стендах, должны знать конструкцию и условия эксплуатации стендов, пройти инструктаж по обеспечению чистоты систем, иметь соответствующее удостоверение и быть назначенным на работу приказом по цеху.

В помещении, где выполняются работы по заправке и промывке гидросистем, не должно быть посторонних.

Строго запрещаются слесарно-доводочные работы, связанные с образованием стружки в помещении (на участке) заправки и промывки гидросистем.

Помещения для осмотра и промывки оборудования, для обслуживания гидросистем не должны быть рядом с комнатами для курения. **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** курить в местах осмотра, промывки и ремонта оборудования.

Места осмотра и промывки технологического оборудования для обслуживания гидросистем должны иметь хорошее освещение.

Для промасленных тряпок следует использовать металлические, плотно закрывающиеся ящики. После окончания смены исполнитель работ обязан освободить ящик от тряпок. **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** оставлять промасленные тряпки в ящиках после работы.

В местах промывки оборудования для обслуживания гидросистем должен быть оборудован щит с комплектом противопожарного инвентаря.

8.3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ СИСТЕМ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

Во время отработки на функционирование агрегатов гидросистемы (шасси, закрылков, тормозных щитков, стабилизаторов и других агрегатов) на видном месте на них должно быть установлено световое сигнальное приспособление с надписью: "Внимание! Ведется отработка гидросистемы!"

Перед проверкой работоспособности гидроагрегатов дать сигнал звонком или командовать: "Внимание! От шасси! От закрылков! От тормозных щитков! От стабилизатора!" и т.д. По данной команде все работающие немедленно должны прекратить работу и уйти из указанной зоны на время работы агрегатов гидросистемы.

Приступить к работе по проверке работоспособности агрегатов гидросистемы разрешается только после получения ответа: "Есть от шасси! Есть от тормозных щитков!" и т.д.

Администрация цехов должна систематически проводить с непосредственными исполнителями инструктаж о мерах предосторожности при обращении с электроисточниками и электропотребителями.

При включении гидротележки в сеть электрощиток должен быть обесточен.

8.4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕРКЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ И ОБРАЩЕНИИ С ФРЕОНОМ

К проверке герметичности трубопроводных систем самолета допускаются лица, обученные методам работы с течеискателем, стендом для проверки герметичности фреоновоздушной смесью, с баллонами высокого давления. При выполнении данных технологических процессов необходимо строго руководствоваться "Правилами и инструкциями по безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением", утвержденных Госгортехнадзором СССР от 19 мая 1970 г.

Лица, не достигшие 18-летнего возраста, к проверке трубопроводных систем не допускаются.

Во избежание несчастных случаев до наполнения системы машины воздухом или фреоновоздушной смесью необходимо:

убедиться в исправности стенда для проверки;

проверить, закрыты ли люки контейнеров керосиновых баков крышками (они должны быть закреплены на все винты);

проверить герметичность соединения в стенде: негерметичность не допускается.

При наличии давления в системе отсоединять шланги приспособлений от системы машины запрещается.

При проверке герметичности системы машины фреоновоздушной смесью необходимо запомнить следующее:

открытый огонь и курение **не допустимы**;

не разрешается открывать вентиль баллона и выпускать фреон в помещение цеха.

Баллон с фреоном должен быть установлен на стенде. Снимать его без необходимости **не разрешается**.

8.5. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ, ПРОДУВКЕ, ПРОВЕРКЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ КОМПЛЕКТА КИСЛОРОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Все работы, связанные с монтажом, продувкой азотом (кислородом), зарядкой азотом (кислородом), проверкой на герметичность и работоспособность комплекта кислородного оборудования, должны выполняться специалистами, имеющими удостоверение на выполнение указанных работ.

Перед их проведением специалисты должны вымыть руки с мылом, надеть чистую одежду. Все работы должны выполняться только специальным хромированным исправным и чистым инструментом.

Не допускается попадание жиров, масел, смазки в систему кислородного оборудования и на ее соединения. При монтаже кислородного оборудования **запрещается** применять какие-либо смазки. Следует помнить, что соединения жировых веществ, масел с кислородом взрывоопасны. Во избе-

жение попадания жиров, масел и посторонних предметов в систему не оставлять открытыми концы трубопроводов и штуцеров изделий, входящих в комплект кислородного оборудования.

Запрещается подтягивать соединения трубопроводов, находящихся под давлением.

В момент зарядки системы кислородом **запрещается** включение электроагрегатов, заправка горючим и маслом на самой машине и на расстоянии от нее менее 20 м. Разводить огонь **запрещается** на расстоянии менее 25 м. При проверке комплекта с кислородом на работоспособность, кроме проверки работы вентиляционного устройства шлема, **запрещается** включать на машине другие источники электропитания. **Запрещается** выпускать кислород из системы в кабину и в отсеки электрорадиооборудования.

ВНИМАНИЕ! Продувку и проверку герметичности кислородной системы в цехе общей сборки и агрегатных цехах производить чистым азотом (ГОСТ 9293—74), осушенным до точки росы не выше -40^{+3} °С. При этом должен быть паспорт, разрешающий использовать чистый азот для заполнения кислородных систем.

8.6. ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЖИДКОСТЬЮ НГЖ-4

При работе с НГЖ-4 необходимо соблюдать следующие правила: все работники должны быть инструктированы и обучены безопасным приемам труда при работе с указанной жидкостью. Работы с ней могут производиться в закрытых помещениях и на открытом воздухе. При этом необходимо предусмотреть мероприятия, исключающие проливание и разбрызгивание жидкости в помещении. При выполнении демонтажных работ жидкость из системы должна быть слита в специальные емкости закрытым способом. Пролитую на пол жидкость необходимо засыпать опилками, которые затем убрать совком или лопаткой в специальную емкость.

В случае попадания жидкости на поверхность изделия, системы, оборудования, стены необходимо снять ее чистой тряпкой (ветошью) и промыть загрязненные места теплой водой. **Запрещается** сливать НГЖ-4 в канализацию. Отработанная жидкость подлежит сбору и хранению в закрытых емкостях на предприятиях для последующей отправки на утилизацию или регенерацию.

В случае выброса НГЖ-4 под давлением в атмосферу рабочей зоны необходимо:

- прекратить работу и перекрыть поступление жидкости;
 - надеть респираторы, при необходимости или по указанию мастера или руководителя работ покинуть рабочее место;
 - проверить работу общеобменной приточно-вытяжной вентиляции;
 - убрать жидкость.
- Приступить к работе рекомендуется только после получения результа-

тов анализа воздушной среды рабочей зоны, разрешающих продолжение выполнения работ.

Все работники, имеющие непосредственный контакт с НГЖ-4, должны быть помимо спецодежды снабжены полиэтиленовыми перчатками, полиэтиленовыми или резиновыми фартуками, а также защитными очками и респираторами.

При попадании этой жидкости на открытые кожные покровы загрязненные участки кожи необходимо промыть теплой водой с мылом.

Спецодежда, загрязненная НГЖ-4, перед стиркой должна быть подвергнута химчистке, после чего спецодежда может быть использована повторно. При попадании на обувь небольшого количества жидкости она снимается влажным тампоном, смоченным во Фреоне-113 с последующей протиркой обуви сухой ветошью.

Жидкость НГЖ-4 должна храниться в герметичной таре на специально выделенных участках складских закрытых помещений.

После окончания работ необходимо тщательно промыть руки или принять душ.

Периодичность медицинских осмотров лиц, имеющих или могущих иметь контакт с НГЖ-4, устанавливается инструкцией, действующей на данном предприятии, но не реже 1 раза в год с привлечением, в случае необходимости, невропатолога, окулиста и отоларинголога.

При наличии в зоне монтажа гидросистемы электрических жгутов, на которые возможно попадание жидкости, необходимо помнить, что:

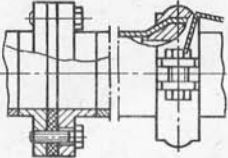
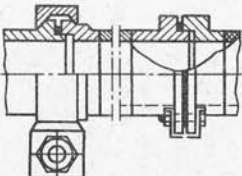
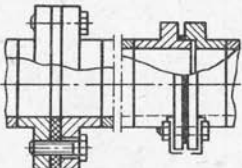
электрический монтаж технологического оборудования в местах, где возможен случайный разлив НГЖ-4, должен выполняться из проводов во фторопластовой изоляции;

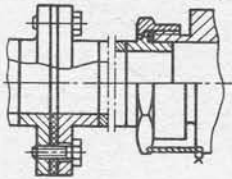
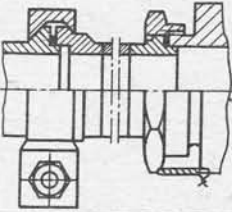
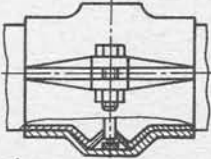
изделия и провода с изоляцией на основе поливинилхлорида, поливинилацеталей и полиметилфенилсилоксанов применяться в условиях контакта с НГЖ-4 не могут;

использование перечисленных изделий и проводов в условиях случайного разового разлива указанной жидкости возможно только при условии защиты их при монтаже фторопластовым или полиэтиленовым чулком тщательной обмотке из пленок этих материалов с надежной заделкой по концам.

Чтобы при проливе жидкости исключить ее попадание в труднодоступные места и на агрегаты изделия, необходимо закрывать их чехлами и ковриками из натурального войлока, помещенного в миткалевый чехол.

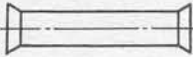
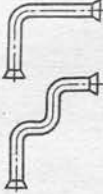

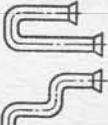
В случае применения НГЖ-4 в качестве смазки при монтаже гидросистемы изделия разрешается иметь указанную жидкость на рабочем месте в таре емкостью не более 0,5 л, снабженной герметично закрывающимися крышками, исключающими случайный пролив жидкости.

Группа точности	Номер		Наименование операции	
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение	Наименование варианта
I	1	1		<p><i>Монтаж трубопровода или патрубка произвольной конфигурации, имеющих приварную арматуру</i></p> <p>Трубопровод, имеющий приварные фланцы, соединение которых осуществляется по торцовым плоскостям</p>
		2		<p>Трубопровод, имеющий приварные фланцы, соединение которых осуществляется телескопически и по торцовым плоскостям</p>
		3		<p>Трубопровод, имеющий приварные фланцы, соединение которых осуществляется по торцовой плоскости одного фланца, а другого — телескопически и по торцовой плоскости</p>

Группа точности	Номер		Наименование операции	
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение	Наименование варианта
		4		Трубопровод, имеющий приварную арматуру с резьбовым соединением на одном конце и приварной фланец, соединение которого осуществляется по торцовой плоскости, — на противоположном
		5		Трубопровод, имеющий приварную арматуру с резьбовым соединением на одном конце и приварной фланец, соединение которого осуществляется телескопически и по торцовой плоскости, — на противоположном
		6		Трубопровод, имеющий приварную арматуру, соединение которой на одном конце трубопровода не требует плотного сочленения стыкуемых деталей

Примечание. Контрольные операции к технологической карте № 1 (карта № 1 контроля трубопровода, имеющего приварную арматуру): 1) торцовые соединения фланцев; 2) телескопические соединения фланцев; 3) резьбовые соединения; 4) легко-разъемные соединения с зазором.

Таблица П. 2

Группа точности	Номер		Наименование операции	
	технологической карты	варианта исполнения	Конфигурация трубопровода	Наименование варианта
I	2		<i>Монтаж трубопроводов с nippleными соединениями при жестко закрепленных точках подсоединения</i>	
		1		Трубопровод прямой
		2		Трубопровод с конфигурацией, имеющей Г-образную схему
		3		Трубопровод с конфигурацией, имеющей дугообразную схему
		4		Трубопровод, концы которого параллельны и направлены в одну сторону


Группа точности	Номер		Конфигурация трубопровода	Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения		Наименование варианта
		5		Трубопровод, концы которого параллельны или расположены под углом и направлены в противоположные стороны
		6		Трубопровод произвольной конфигурации, имеющий ответвления от основной трубы

Таблица П. 3

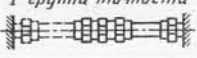
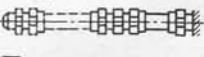
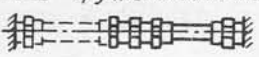
Группа точности	Номер		Сочетание трубопровода со смежными звеньями	Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения		Наименование варианта
I		3		<i>Монтаж трубопроводов с nippleльными соединениями при одной жестко закрепленной точке подсоединения</i>
		1	<i>I группа точности</i> 	Трубопровод, соединение которого осуществляется через незакрепленный фитинг с трубой I группы точности и аналогичной схемой установки
		2	<i>I группа точности</i> 	Трубопровод, соединение которого осуществляется через незакрепленный фитинг с трубами II или III группы точности, а также с трубопроводом I группы точности, но с незакрепленным соединением в второго конца
			<i>II и III группы точности</i> 	

Таблица П. 4

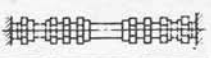


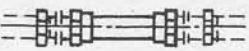
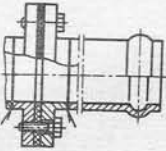
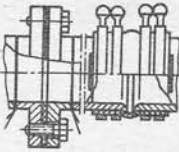
Группа точности	Номер		Положение трубопровода в цепи	Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения		Наименование варианта
I		4		<i>Трубопроводы с nippleльными соединениями, соединяющимися с трубопроводами через незакрепленные фитинги</i>
		1		Трубопровод, являющийся замыкающим звеном при монтаже цепи трубопроводов
		2		Трубопровод, являющийся последовательным звеном

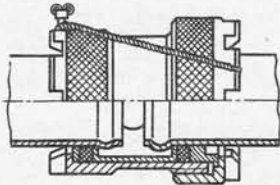
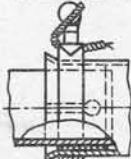
Таблица П. 5

Группа точности	Номер		Наименование операции	
	технологической карты	варианта исполнения	Положение трубопровода	Наименование варианта
I	5		<i>Монтаж трубопроводов с ниппельными соединениями при регулируемых точках подсоединения</i>	
		1		Трубопровод произвольной конфигурации с одной регулируемой точкой подсоединения
		2		Трубопровод произвольной конфигурации с двумя регулируемыми точками подсоединения

Примечание. Контрольные операции к технологическим картам № 3, 4, 5 (карта № 2 контроля трубопроводов с ниппельными соединениями): 1) прямые трубопроводы; 2) трубопроводы (участки) с Г-образной конфигурацией; 3) трубопроводы (участки) с дугообразной конфигурацией; 4) трубопроводы (участки), концы которых параллельны и направлены в одну сторону; 5) трубопроводы (участки), концы которых параллельны или расположены под углом и направлены в противоположные стороны; 6) трубопроводы, соединенные проходниками; 7) трубопроводы, соединенные регулируемыми штуцерами.

Таблица П. 6

Группа точности	Номер		Наименование операции	
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение сочетаемых соединений	Наименование варианта
II	6		<i>Монтаж трубопровода или патрубка произвольной конструкции, имеющих приварную арматуру на одном конце и зиговку или телескопическое соединение – на противоположном</i>	
		1		Трубопровод, имеющий приварную арматуру на одном конце и зиговку или телескопическое соединение – на противоположном и являющийся первым при монтаже участка трубопровода
		2		Трубопровод, имеющий приварную арматуру на одном конце и зиговку или телескопическое соединение – на противоположном и являющийся замыкающим звеном при монтаже участка трубопровода

Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение соединений	Наименование варианта
II	7		<i>Монтаж трубопроводов произвольной конфигурации, имеющих муфтовые и телескопические соединения</i>	
		1		Трубопровод, соединение которого осуществляется фланцевой муфтой
		2		Трубопровод с ограниченно подвижным соединением
		3		Трубопровод с телескопическим соединением

Примечание. Контрольные операции к технологическим картам № 6, 7 (карта № 3 контроля трубопроводов, имеющих муфтовое или телескопическое соединение): 1) муфтовое соединение; 2) ограниченно подвижное соединение; 3) телескопическое соединение.

Таблица П. 8

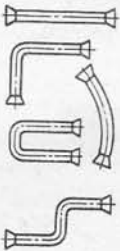
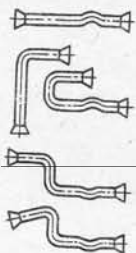
Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Конфигурация трубопровода	Наименование варианта
II	8		<i>Монтаж трубопроводов с nippleными соединениями при жестко закрепленных точках подсоединения</i>	
		1		Трубопровод произвольной конфигурации, концы которого обладают равноценной жесткостью
		2		Трубопровод произвольной конфигурации, концы которого обладают различной жесткостью

Таблица П. 9

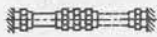
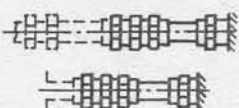
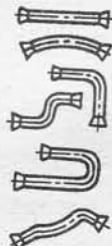
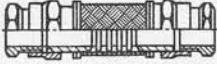
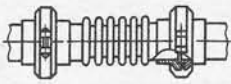
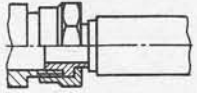
Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Сочетание трубопровода со смежными звеньями	Наименование варианта
II	9			<i>Монтаж трубопроводов с ниппельными соединениями при одной жестко закрепленной точке подсоединения</i>
		1		Трубопровод, соединение которого осуществляется через незакрепленный фитинг с трубопроводом I группы точности и аналогичной схемой установки
		2		Трубопровод, соединение которого осуществляется через незакрепленный фитинг с трубами II или III группы точности, а также с трубопроводом I группы точности, но не с незакрепленным соединением второго конца

Таблица П. 10

Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Положение трубопровода в цепи	Наименование варианта
II	10			<i>Монтаж трубопроводов с ниппельными соединениями, соединяющихся с трубопроводами через незакрепленные фитинги</i>
		1		Трубопровод произвольной конфигурации

Примечание. Контрольные операции к технологическим картам № 8, 9, 10 (карта № 2 контроля трубопроводов с ниппельными соединениями): 1) участки трубопроводов с Г-образной конфигурацией; 2) прямые участки трубопроводов.

Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение соединений	Наименование варианта
III	11	1		<i>Монтаж сиффона и гибкого шланга</i> Сиффоны с резьбовым соединением
		2		Сиффоны с фланцевым соединением
		3		Гибкие шланги

Примечание. Контрольные операции к технологической карте № 11 (карта № 4 контроля гибких шлангов (рукавов) и соединений сиффонов): 1) гибкие шланги; 2) сиффоны.

Таблица П. 12


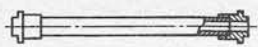
Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Все виды конфигураций трубопроводов	Наименование варианта
III	12	1		<i>Монтаж трубопровода с ниппельными соединениями</i> Трубопровод произвольной конфигурации

Таблица П. 13

Группа точности	Номер			Наименование операции
	технологической карты	варианта исполнения	Конструктивное исполнение соединений	Наименование варианта
III	13	1		<i>Монтаж трубопроводов кислородной системы, имеющих припаянную арматуру</i> Трубопровод произвольной конфигурации
		14	1	

Примечания: 1. Контрольные операции к технологическим картам № 12, 13 (карта № 2 контроля трубопроводов с ниппельным соединением): прямые участки трубопроводов.

2. Контрольные операции к технологической карте № 14 (карта № 3 контроля трубопроводов имеющих муфтовое или телескопическое соединение): прямые участки трубопроводов.

Приложение 2

Таблица П. 14

Место замера зазора	Замер по черте- жу или ТУ	Резуль- тат за- мера	Подписи			Дата
			рабочего и табел. №	мастера	штамп БЦК	
<p>Между профилем фюзеляжа и трубопроводом в районе рамы № ...</p> <p>Между трубопроводом и корпусом агрегата № ... со стороны рамы № ...</p> <p>Между трубопроводами, идущими в разъем крыла</p> <p>Между кронштейном крепления агрегата № ... и трубопроводом</p> <p>Между конусами штуцера и трубопровода (недотяг)</p> <p>Между осью трубопровода и осью штуцера (несоосность) и т.д.</p>						

Системы (участки)	Проверяемые параметры	Данные	
		фактические	по ТУ
Шасси	Синхронность уборки и выпуска основных стоек Время уборки и выпуска Четкость постановки на замки при уборке и выпуске шасси Работа системы сигнализации Работоспособность щитков шасси Работоспособность гидрозамков стоек шасси Число срабатываний Зазоры между конструкцией фюзеляжа и стойкой шасси и колеса Правильность регулирования и четкость последовательного срабатывания агрегатов, узлов и концевых выключателей системы		

Примечание. Начало выпуска шасси должно происходить с запаздыванием после окончания операции раскрытия створок. Время определять по лампам сигнализации.

Закрылков	Синхронность уборки и выпуска закрылков Время уборки и выпуска Четкость работы шариковых замков		
Противопомпажных створок	Работа системы сигнализации		
	Синхронность работы створок Время открытия и закрытия створок Четкость и плавность хода створок Синхронность действия приводов Отклонение противопомпажных створок		

Системы (участки)	Проверяемые параметры	Данные	
		Фактические	по ТУ
Конусы воздухозаборника	Уборка – выпуск конуса (время) Четкость срабатывания Угол открытия Работа гидрозамка конуса Работа системы сигнализации Система управления при резких падениях давления (величина падения давления		
Управления элеронами	Время отклонения элеронов на заданный угол Четкость действия крана включения гидроусилителей, приводов загрузки, легкость и плавность систем управления Проверка нормальной работы на заданных режимах при работе от одной системы Проверка нормальной работы на заданных режимах от двух систем (ОБС и ДБС) Проверка работы при переходе с основной системы на дублирующую и наоборот Проверка работы кранов отключения бустеров элеронов		
Тормозных щитков	Синхронность уборки и выпуска Время уборки и выпуска Правильность регулирования тормозных щитков по углам отклонения и по всем зазорам Блокировка центрального тормозного щитка		
Управления стабилизатором	Проверка нормальной работы на различных режимах Проверка работы кранов отключения управления стабилизатором Проверка работы при переходе с основной системы на дублирующую и наоборот		
Гидросистема в целом	Чистота рабочей жидкости Герметичность		

Системы (участки)	Проверяемые параметры	Данные	
		Фактические	по ТУ
Надува и дренажа баковых отсеков	Давление надува: фюзеляжных баков крыльев баков подвесных баков в линии отбора воздуха от двигателя в линии надува нейтральным газом в линии надува бачка-аккумулятора		
Питания двигателя топливом	Давление топлива перед двигательно-центробежным насосом (ДЦН) Температура топлива перед ДЦН		
Перекачки топлива	Давление в линиях перекачки топлива: в фюзеляжных баках из крыльцевого бака в фюзеляжные из подвесных баков в фюзеляжные		
Командного топлива	Давление в линии командного топлива (после фильтра)		
Закрытой заправки	Давление в линиях: закрытой заправки управления закрытой заправкой		
Контроля за выработкой и количеством топлива	Порядок срабатывания перекрытых кранов Загорание сигнальных лампочек на табло в кабине летчика Показания топливомера и расходомера		
Сигнального топлива	Давление в линиях сигнального топлива		

Системы (участки)	Проверяемые параметры	Данные	
		фактические	по ТУ
Поддавливания гидросистемы (пневмосистема)	Давление: за редуктором в гидробаке Работа клапана поддавливания		
Аварийного торможения колес (пневмосистема)	Время торможения колес Время растормаживания колес Давление системы в момент торможения		
Управления тормозным парашютом (пневмосистема)	Проверка открытия створок Проверка отсоединения троса тормозного парашюта Давления в системе после выпуска		
Торможения колес (пневмосистема)	Время торможения колес Время растормаживания колес Срабатывание инерционного датчика Давление в системе торможения		
Аварийный выпуск шасси (пневмосистема)	Четкость, надежность и правильность действия Синхронность выпуска Четкость постановки всех стоек на замки Давление в аварийных баллонах после выпуска Время выпуска Работа сигнализации		
Аварийный выпуск закрылков (пневмосистема)	Проверка выпуска, уборки Давление после аварийного выпуска		
Кислородная система питания летчиков и пассажиров	Работа комплекта при избыточном давлении Работа комплекта без избыточного давления Работа вентиляционного устройства шлема		

Системы (участки)	Проверяемые параметры	Данные	
		фактические	по ТУ
Кислородная система под- питки двига- теля	Давление, создаваемое системой за обратным клапаном на двигателе Проверка системы запуска двига- теля		
Другие системы изде- лия		

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белянин П.Н. Центробежная очистка рабочих жидкостей авиационных гидросистем. М.: Машиностроение, 1976. 326 с.
 2. Белянин П.Н., Данилов В.М. Промышленная чистота машин. М.: Машиностроение, 1982. 224 с.
 3. Запунный А.И. и др. Контроль герметичности конструкций. Киев: Техника, 1976. 152 с.
 4. Сапожников В.М. Монтаж и испытания гидравлических и пневматических систем летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1979. 255 с.
 5. Средства контроля герметичности. Т. II. Промышленные средства контроля герметичности/А.С. Зажигин, В.М. Сапожников, В.А. Тюрин, Г.Т. Лебедев и др. М.: Машиностроение, 1976. 184 с.
 6. Тимиркеев Р.Г., Сапожников В.М. Промышленная чистота и тонкая фильтрация рабочих жидкостей летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1986. 151 с.
 7. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. М.: Машиностроение, 1986. Вып. II. 583 с.
 8. ГОСТ 166-80. Штангенциркули. Технические условия.
 9. ГОСТ 427-75. Линейки измерительные металлические. Технические условия.
 10. ГОСТ 882-75. Шупы. Технические условия.
 11. ГОСТ 982-80. Масла трансформаторные. Технические условия.
 12. ГОСТ 1012-72. Бензины авиационные. Технические условия.
 13. ГОСТ 2823-73. Термометры стеклянные технические. Технические условия.
 14. ГОСТ 3134-78. Уайт-спирит. Технические условия.
- Технические условия.
15. ГОСТ 3717-84. Замша. Технические условия.
 16. ГОСТ 3956-76Е. Селикагель технический. Технические условия.
 17. ГОСТ 5583-78. Кислород газообразный технический и медицинский. Технические условия.
 18. ГОСТ 5962-67. Спирт этиловый ректификованный. Технические требования.
 19. ГОСТ 6267-74. Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия.
 20. ГОСТ 6521-72. Манометры и вакууметры деформационные образцовые с условными шкалами. Общие технические условия.
 21. ГОСТ 6794-75. Масло АМГ-10. Технические условия.
 22. ГОСТ 7171-78. Смазка бензинопорная. Технические условия.
 23. ГОСТ 8032-84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.
 24. ГОСТ 8625-77Е. Манометры избыточного давления, вакуумметры и мановакуумметры показывающие. Основные параметры и размеры.
 25. ГОСТ 9293-74. Азот газообразный и жидкий. Технические условия.
 26. ГОСТ 9858-75. Ткани хлопчатобумажные технические. Миткали суровые и готовые. Технические условия.
 27. ГОСТ 11680-76. Ткани хлопчатобумажные бязевой группы. Технические условия.

28. ГОСТ 11882-73. ГСП. Воздух для питания пневматических приборов и средств автоматизации. Технические требования и методы испытания.
29. ГОСТ 12026-76. Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия.
30. ГОСТ 13954-74-ГОСТ 13977-74. Соединение трубопроводов по наружному конусу.
31. ГОСТ 17216-71. Промышленная чистота. Классы чистоты жидкостей.
32. ГОСТ 17429-80. Уловители магнитные. Технические условия.
33. ГОСТ 20477-86. Лента полиэтиленовая с липким слоем. Технические условия.
34. ГОСТ 20734-75. Жидкость рабочая 7-50С-3. Технические условия.
35. ГОСТ 25605-83Е. Ключи гаечные торцовые немеханизированные и приводные части. Общие технические условия.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<i>Глава 1. Общие сведения</i>	<i>4</i>
1. 1. Назначение и особенности работы гидрогазовых и топливных систем	4
1. 2. Материалы, применяемые для изготовления труб и патрубков, их соединения и компенсаторы	7
1. 3. Требования, предъявляемые к трубопроводным коммуникациям	13
1. 4. Возможные дефекты и неисправности, возникающие при монтаже трубопроводных коммуникаций	30
1. 5. Унификация и стандартизация элементов трубопроводных коммуникаций	33
1. 6. Конструктивно-технологическая документация, применяемая при производстве трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем	35
<i>Глава 2. Организация подготовки и серийного производства трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем</i>	<i>38</i>
2. 1. Особенности организации подготовки и серийного производства трубопроводных коммуникаций гидрогазовых и топливных систем	38
2. 2. Основные понятия и классификация монтажных и контрольно-испытательных работ	40
2. 3. Научная организация труда на рабочих местах	43
2.4. Основные требования к ЦОС. Должностные обязанности слесарей, работающих в области производства гидрогазовых и топливных систем	45
<i>Глава 3. Конструктивно-технологическая отработка эталонного монтажа трубопроводных коммуникаций</i>	<i>48</i>
3. 1. Методы и средства эталонирования трубопроводных коммуникаций и их элементов	48
3. 2. Технические условия на изготовление эталонов трубопроводов и патрубков	50
3. 3. Эталонирование трубопроводных коммуникаций на изделиях и объемном плазе	52
3. 4. Виды контрольной оснастки, применяемой при отработке эталонов трубопроводов и патрубков	55
3. 5. Обеспечение взаимозаменяемости элементов трубопроводных коммуникаций при отработке эталонного монтажа	58

7. 4. Отработка на работоспособность газовых систем и их участков	154
7. 5. Оборудование и оснастка, применяемые при отработке на работоспособность гидрогазовых и топливных систем	155
<i>Глава 8. Техника безопасности</i>	159
8.1. Техника безопасности при монтаже агрегатов и трубопроводов	159
8. 2. Техника безопасности при заправке и промывке гидравлических систем	160
8. 3. Техника безопасности при отработке систем на функционирование . . .	161
8. 4. Техника безопасности при проверке герметичности трубопроводных систем и обращении с фреоном	162
8. 5. Техника безопасности при монтаже, продувке, проверке на герметичность и работоспособность комплекта кислородного оборудования	162
8. 6. Особые требования по технике безопасности при работе с жидкостью НГЖ-4	163
Приложения	165
Список литературы	184

Справочное издание

САПОЖНИКОВ ВАЛЕНТИН МИХАЙЛОВИЧ

**СПРАВОЧНИК СЛЕСАРЯ-МОНТАЖНИКА
ТРУБОПРОВОДНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ГИДРОГАЗОВЫХ
И ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Редакторы *Е.И. Черных, Е.А. Мокринская*

Обложка художника *Л.С. Вендрова*

Художественный редактор *В.В. Лебедев*

Технический редактор *Г.Г. Семенова*

Корректор *Л.Г. Божина*

Операторы *Ю.А. Ермакова, Е.Ю. Зорина*

ИБ № 5800

Сдано в набор 07.08.1987.

Подписано в печать 30.06.88.

Формат 60×84 1/16.

Гарнитура Пресс Роман.

Усл. печ. л. 11, 16.

Тираж 2850 экз.

Усл. кр.-отт. 11, 51.

Заказ 2425

Т – 112 71.

Бумага офсетная № 2

Печать офсетная

Уч.-изд. л. 13, 18.

Цена 65 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Машиностроение", 107076,
Москва, Стромынский пер., 4

Отпечатано в московской типографии № 9 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии
и книжной торговли 109033, Москва, Волочаевская ул., 40, с оригинала-макета,
изготовленного в издательстве "Машиностроение" на наборно-пишущих машинах

УВАЖАЕМЫЕ ТОВАРИЩИ!

В 1989 году издательство "Машиностроение" выпустит в свет следующие книги:

Молодык Н.В. Зенкин А.С. Восстановление деталей машин: Справочник. — М.: Машиностроение, 1989. — 25 л.: ил. — (Сер. справочников для рабочих).

Приведены характерные неисправности деталей машин, описаны современные методы их восстановления. Даны примеры и конкретные рекомендации по подготовке деталей к процессу восстановления, выполнению технологических приемов восстановления деталей непосредственно на рабочих местах с указанием применяемого оборудования, материалов, режимов операций. Рассмотрено влияние технологических факторов на качество восстановленных деталей, вопросы техники безопасности.

Для рабочих машиностроительных и ремонтных предприятий; может быть полезен учащимся ПТУ.

Куприянов В.А. Мелкоразмерный инструмент для резания труднообрабатываемых материалов. — М.: Машиностроение, 1989. — 10,5 л.: ил.

Приведены конструкции, технология изготовления и методы контроля мелкоразмерных инструментов: метчиков, плашек, разверток, фрез; дан анализ материалов, применяемых для изготовления инструмента для резания труднообрабатываемых материалов, а также методы упрочнения инструмента.

Для рабочих-инструментальщиков. Может быть полезна инженерно-техническим работникам заводов.

Сенькин Е.Н., Истомин В.Ф., Журавлев С.А. Основы теории и практики фрезерования материалов. — Л.: Машиностроение, 1989. — 8 л.: ил. — (Б-чка фрезеровщика; Вып. 2).

В книге с современных позиций рассмотрены основные физические явления, сопровождающие процесс фрезерования, даны краткие сведения о

современных инструментальных материалах, геометрии режущей части фрез. Приведены основные кинематические и силовые параметры процессов фрезерования для гаммы фрез при обработке сталей, сплавов и стеклопластиков. Освещены вопросы обрабатываемости новых материалов, рационального выбора и подвода в зону резания СОЖ, использования износостойких покрытий, регулирования термонапряженности инструмента, применения новых методов расчета сил и мощности резания с учетом реальных свойств обрабатываемых материалов.

Для рабочих-фрезеровщиков.

Бирюков Б.Н., Трейгер В.Е. Фексон С.Г. Методы обработки резанием круглых отверстий: Справочник для рабочих. — М.: Машиностроение, 1989. — 12 л.: ил. — (Б-ка станочника).

Приведены проверенные производственной практикой методы выбора технологических параметров, таблицы межоперационных размеров отверстий для наиболее употребительного ряда размеров, таблицы формул для расчета межоперационных припусков отверстий, размеры которых отличаются от размеров стандартного ряда.

Для рабочих-станочников.

Якухин В.Г., Ставров В.А. Изготовление резьбы: Справочник для рабочих. — М.: Машиностроение, 1989. — 12 л.: ил. — (Б-ка станочника).

Приведены сведения о резьбах, описаны способы их изготовления, технические характеристики и технологические возможности современного резьбообрабатывающего оборудования. Рассмотрены прогрессивные конструкции инструмента для обработки резьб, факторы, влияющие на его стойкость, способы заточки. Отражены особенности обработки резьбовых деталей со специальными требованиями, с покрытиями, с термообработкой и с точным взаимным расположением поверхностей.

Для рабочих-станочников, мастеров и наладчиков технологического оборудования.

Учаев П.Н., Привалов В.В., Учаев И.Н. Жестяничные работы: Справочник. — М.: Машиностроение, 1989. — 21 л.: ил. — (Сер. справочников для рабочих).

Приведены сведения по материалам, оборудованию, приспособлениям, инструментам, применяемым при жестяничных работах. Описаны основные

технологические операции, кровельные работы. Рассмотрены методы раскроя листового металла, вопросы техники безопасности. Даны примеры практического построения разверток сложных форм.

Для рабочих, выполняющих жестяничные работы в различных отраслях промышленности, может быть полезен учащимся ПТУ.

Идельчик И.Е. **Справочник по гидравлическим сопротивлениям.** — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. — 55 л.: ил.

Рассмотрены элементы аэродинамики и гидравлики напорных систем, физико-механические процессы, происходящие в элементах трубопроводов при различных условиях и режимах течения. Приведены рекомендации по расчету и выбору элементов сетей, а также способы уменьшения гидравлического сопротивления фасонных частей трубопроводов. Даны коэффициенты сопротивления элементов сетей.

Третье издание (2-е изд. 1975 г.) переработано и дополнено новыми материалами, необходимыми для гидравлического расчета элементов новых форм во вновь созданных аппаратах и установках.

Для инженерно-технических работников, занимающихся гидро- и аэродинамическими расчетами и проектированием во всех отраслях техники; может быть полезен студентам вузов.

Общетехнический справочник / Е.А. Скороходов, В.П. Законников, К.Ф. Скворцов, А.А. Пакнис. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. — 30 л.: ил. — (Сер. справочников для рабочих).

Приведены сведения по математике, технической механике, *электро-технике, материалам в машиностроении, деталям машин, допускам, посадкам и техническим измерениям.

Третье издание (2-е изд. 1981 г.) переработано в соответствии с новыми стандартами и дополнено сведениями из ЕСКД, ЕСТПП и ЕСТД, а также по программированию технологических процессов для станков с ЧПУ и ГПС.

Для мастеров и квалифицированных рабочих.