

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра «Двигатели летательных аппаратов»

621.45(07)
В218

С.Д. Ваулин, Б.Г. Дегтярь, Е.В. Сафонов

**ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СХЕМЫ
РАКЕТ МОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Учебное пособие

Часть первая

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2010

УДК 621.454(075.8)
В218

Одобрено
учебно-методической комиссией аэрокосмического факультета

Рецензенты:
В.Н. Еремин, И.В. Шевченко

Ваулин, С.Д.
В218 Пневмогидравлические схемы ракет морского базирования:
учебное пособие / С.Д. Ваулин, Б.Г. Дегтярь, Е.В. Сафонов — Челябинск:
Издательский центр ЮУрГУ, 2010. — Ч. 1.— 62 с.

В учебном пособии рассмотрены пневмогидравлические схемы ракет 4К-50 и 4К-55, в которых агрегаты двигательной установки и ракеты изображаются условными графическими обозначениями, установленными ГОСТами единой системы конструкторской документации. Это позволяет выполнять проектирование ПГС ДУ на ЭВМ с использованием графических редакторов, что существенно повышает производительность труда проектировщика.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 160301, 160302 при изучении курсов «Проектирование ДУ» и «Проектирование агрегатов ПГС ДУ» и при выполнении курсового и дипломного проектов по специальности.

УДК 621.454(075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2010

Глава 1. ИЗДЕЛИЕ 4К-50

Одноступенчатая баллистическая ракета морского базирования с ЖРД турбонасосной подачи, на высококипящих самовоспламеняющихся компонентах: окислителе — АК-27И и горючем — ТГ-02, с моноблочной отделяемой головной частью.

Разработана Конструкторским бюро машиностроения (ныне ГРЦ "КБ им. академика В.П. Макеева") в 1956 — 60 годах. Главный конструктор В.П. Макеев. Изготавливалась на Златоустовском машиностроительном заводе (завод № 385). Предназначена для вооружения подводных лодок проекта 629 и АПЛ проекта 658. Состояла на вооружении с 1960 по 1972 год. Конструкторский индекс Р-13.

Ракета имеет несущие баки из нержавеющей стали 1Х18Н9Т с подкреплением Z-образными шпангоутами. Бак окислителя имеет систему перелива: состоит из двух полубаков с забором компонента из верхнего полубака, что позволило уменьшить дрейф центра масс для обеспечения статической устойчивости при полете в атмосфере. Впервые применен горячий наддув баков отработанным газом после турбины: бак горючего от турбины основного блока; бак окислителя от турбины рулевого блока. Хвостовой отсек клепанный из алюминиевого сплава Д-6 с подкреплением из стрингеров, лонжеронов и шпангоутов. Имеются небольшие стабилизаторы, которые, по сути дела, служат для размещения опорных кронштейнов. Приборный отсек, как таковой, отсутствует; приборы управления размещены в пространстве между баками и в хвостовом отсеке. Головная часть имеет графитовый наконечник и состоит из герметичного отсека и стабилизирующей юбки, снабженной дополнительно перьевыми стабилизаторами; соединена с корпусом ракеты с помощью шариковых замков, открывающихся при отделении, и отталкивается пороховым толкателем, размещенным в верхнем днище бака окислителя. Наружная поверхность головной части покрыта слоем асботекстолита, а внутренняя — слоем специальной теплоизоляции. Запуск ракеты производится из надводного положения подводной лодки.

Система управления — автономная, инерциальная с электромеханическими гироскопами и интегратором для управления по дальности. Разработана в СКБ-626 (НПОА, г. Екатеринбург). Главный конструктор — Н.А. Семихатов.

Основные параметры ракеты 4К-50 приведены в табл. 1.

Таблица 1
Основные параметры ракеты 4К-50

Дальность стрельбы, км	до 650
Точность (КВО), км	4
Стартовая масса, кг	13700
Общая масса компонентов топлива, кг	10012
Масса не заправленной ракеты, кг	3770
Коэффициент совершенства конструкции	0,27

Габариты: длина ракеты, м	11,87
диаметр корпуса, мм	1300
размах стабилизаторов, мм	1950
Масса головной части, кг	1600
Мощность ядерного заряда, Мт	1,0

Двигательная установка 4Д50 представляет собой пятикамерный (одна основная и четыре рулевых) двухблочный жидкостный ракетный двигатель открытой схемы одноразового применения и однократного включения с турбонасосной системой подачи на высококипящих самовоспламеняющихся компонентах: окислителе — АК-27И (раствор четырехоксида азота в азотной кислоте) и горючем — ТГ-02 (смесь триэтиламина и *m*-ксилидина). Разработан в 1956 — 59 гг. в ОКБ-2 (КБХМ им. А.М. Исаева, г. Королев). Главный конструктор А.М.Исаев. Изготовлен на заводе № 385, г. Златоуст (ПО ЗМЗ). Конструкторский индекс С2.713.

Двигатель состоит из однокамерного основного блока и четырехкамерного рулевого. Каждый блок имеет свой турбонасосный агрегат, арматуру и автоматику. Камеры сгорания паянные со скрепленными оболочками, с гофрированными проставками. Распылительные головки плоские. Форсунки центральной камеры — шнековые, однокомпонентные, шахматного расположения. В верхней части камеры имеются антипульсационные перегородки. В полости головки окислителя установлены вкладыши для уменьшения импульса последствия. В отличие от камеры сгорания основного блока форсунки рулевых камер двухкомпонентные, расположены по концентрическим окружностям. В центральной части огневого днища форсунки и антипульсационные перегородки отсутствуют т. к. приварен цилиндрический стакан, служащий стабилизатором фронта пламени. Турбонасосные агрегаты с центробежными насосами и одноступенчатыми осевыми турбинами: основного блока с двумя одноступенчатыми осевыми турбинами (пусковой — активной и рабочей — реактивной) и рулевого блока с одной активной (и пусковой и рабочей). Турбины приводятся во вращение от жидкостных газогенераторов, работающих на основных компонентах. Газогенераторы двухзонные, центрального блока — восстановительный, рулевого — окислительный. Отработанный в турбинах газ используется для наддува топливных баков горючего и окислителя, соответственно. Режим работы поддерживается автоматически с помощью регуляторов тяги и соотношения компонентов. Двигатель имеет оригинальную раму, выполненную из алюминиевого сплава, в виде силовой плиты с установленной на ней работающей на растяжение цилиндрической оболочкой, подкрепленной стрингерами, шпангоутами и усиленной кронштейнами, к которой крепятся центральная камера и турбонасосный агрегат. Рулевые камеры сгорания качаются каждая в одной плоскости на угол 23° от нейтрального положения. Механизмы шарнирного

момента рычажно-шарнирные. Цапфы углов качания рулевых камер и электрогидравлические рулевые машины установлены на силовой плите. Запуск двигателя осуществляется с помощью основных самореагирующих компонентов топлива, вытесняемых сжатым воздухом из пусковых бачков в жидкостный газогенератор. Плавность выхода на режим обеспечивается инерционностью ротора турбонасосного агрегата. Останов двигателя двухступенчатый: по предварительной команде от интегратора продольных ускорений выключается основной блок, а при достижении заданной кажущейся скорости по главной команде от интегратора выключается и рулевой блок.

Основные параметры двигательной установки 4Д50 приведены в табл. 2.

Таблица 2

Основные параметры двигательной установки 4Д50

Параметры	Основной блок	Рулевой блок	4Д50
Тяга: на земле, кН	176,090	74,95	252,09
в пустоте, кН	191,275	82,70	273,96
Удельный импульс: на земле, м/с	2277	2272	2275
в пустоте, м/с	2470	2463	2467
Давление: в камере сгорания, МПа	4,8	4,61	
на срезе сопла, МПа	0,0765	0,058	
Удельная масса двигателя, кг/кН			2,481
Время работы двигателя, с			110

1.1. ПГС двигательной установки изделия 4К-50

1.1.1. Основные системы ДУ

Двигательная установка включает в себя двигатель с системой запуска и останова, систему питания двигателя топливом и систему наддува топливных баков.

Двигатель состоит из следующих агрегатов (рис. 1, 2 и 3):

1. Пяти камер сгорания — одной основной 3 и четырех рулевых 5; каждая из рулевых камер может поворачиваться относительно оси, перпендикулярной к оси сопла камеры.

2. Двух турбонасосных агрегатов (ТНА) — ТНА-I 69, обеспечивающего подачу компонентов в рулевые камеры и в газогенераторы О 68 и Г 9; ТНА-II 10, обеспечивающего подачу компонентов в основную камеру.

3. Двух газогенераторов: газогенератор О 68 создает газ для турбины ТНА-I 69, вырабатывая газ с избытком окислителя; газогенератор Г 9 создает газ для турбины ТНА-II 10, вырабатывая газ с избытком горючего.

Часть отработанных газов из ТНА-I и ТНА-II используется соответственно для наддува баков окислителя и горючего в процессе полета изделия, а основная масса газа выбрасывается в атмосферу, создавая дополнительную тягу.

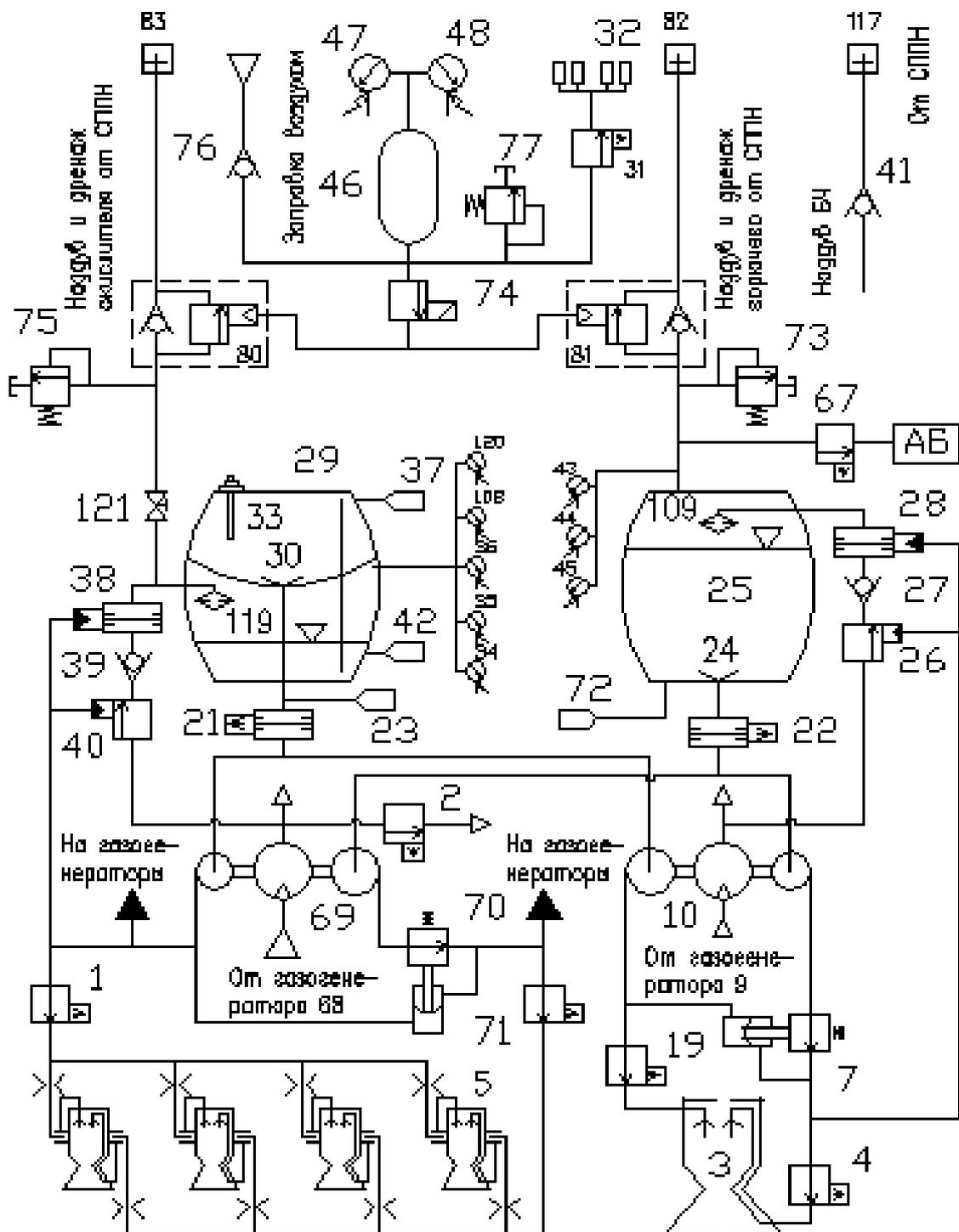


Рис. 1. ПГС основного и рулевого блоков изделия 4К-50

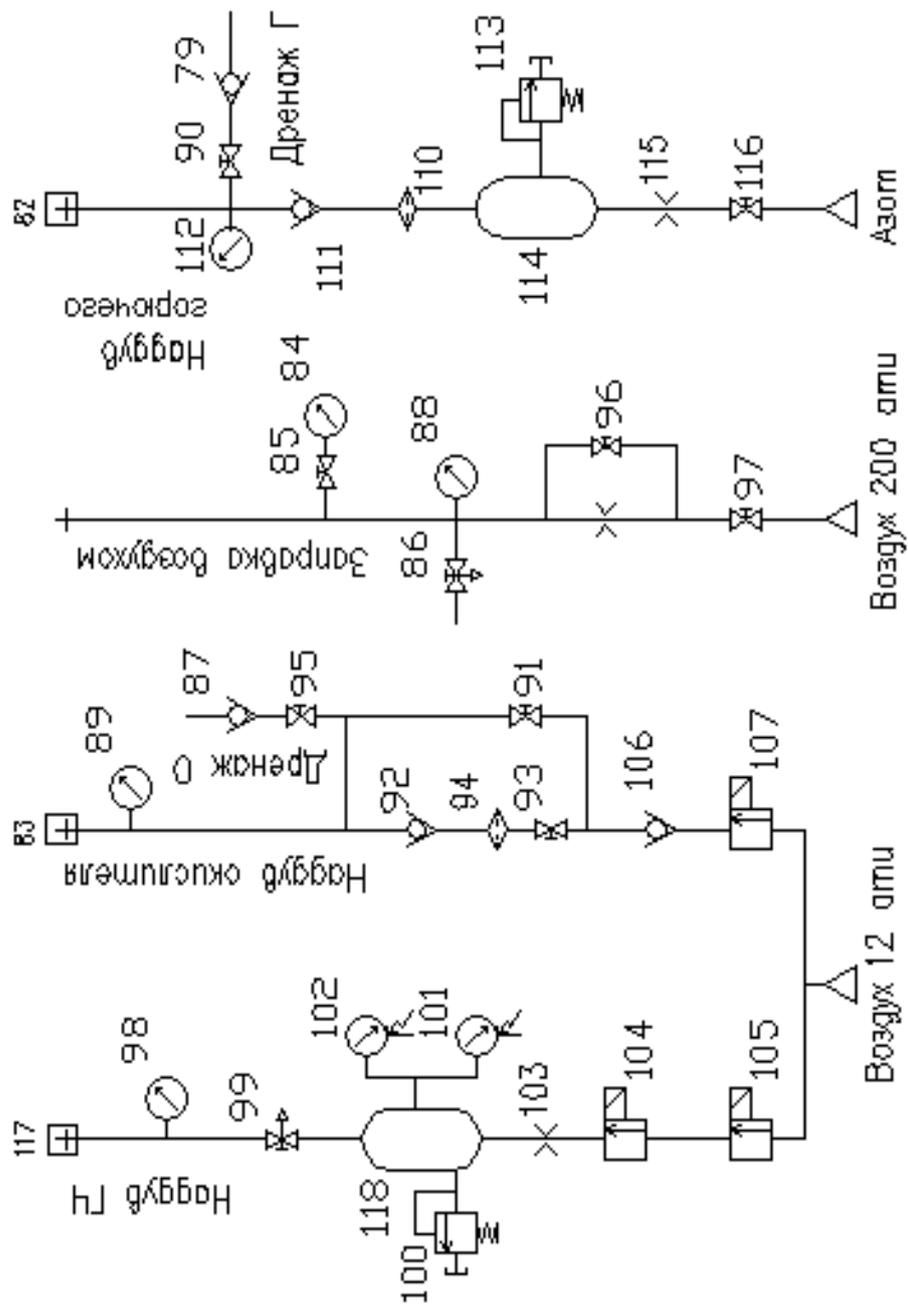


Рис. 3. ПГС системы предварительного и предстартового надува изделия 4К-50

4. Система запуска предназначена для раскрутки обоих ТНА в начале запуска ДУ.

Система запуска ДУ состоит из пусковых бачков горючего 15 и окислителя 57, воздушной емкости 49, пускового клапана 50, редуктора 52, заправочных и дренажных клапанов 14, 58, 16, и 56, блоков обратных клапанов 11, 12, 60, и 62, клапанов сброса 18 и 54, пусковых пиромембран принудительного прорыва 21 и 22. К системе запуска относится также и шунтовой клапан наддува 2 (ШКН), который в момент запуска двигателя уменьшает давление за турбиной ТНА-I, повышая тем самым срабатываемый на турбине перепад давления. Это позволяет сократить время выхода двигателя на режим.

5. Двух стабилизаторов давления 7 и 70, обеспечиваемых заданное и постоянное соотношение расходов компонентов топлива во всех камерах сгорания путем воздействия на гидравлическое сопротивление магистрали горючего.

6. Регулятора тяги 20, обеспечивающего заданное давление в основной камере воздействием на работу газогенератора Г путем изменения расхода окислителя.

7. Регулятора 64, обеспечивающего стабильную работу газогенератора О и поддерживающего тягу рулевых камер путем изменения гидросопротивления магистрали горючего газогенератора О.

8. Системы останова двигателя, включающей в себя отсечные клапаны 1, 4, 6, 8, 19, 65, 66 и 71.

Система питания двигателя компонентами топлива включает в себя бак горючего 25, бак окислителя 20 с системой опорожнения, трубопроводы горючего и окислителя, заправочную и дренажную аппаратуру 23, 37, 42, 72, 73, и 75, воронкогасители 24 и 30.

Двигательная установка имеет две системы наддува:

1. Система предварительного и предстартового наддува, состоящую из клапанов разъема 82 и 83, пневмоклапанов 80 и 81, сигнализаторов давления 34, 35, 36, 43, 44, 45, 108 и 120 и электропневмоклапана 74.

2. Система наддува баков выхлопными газами турбины, работающую в полете изделия и состоящую из клапанов мембранных 28 и 38, обратных клапанов 27 и 39, гидроклапанов 26 и 40 и трубопроводов.

В пневмогидравлическую систему изделия входят также:

1. Пневмосистема наддува боевой части, состоящая из обратного клапана 41 и соединительного штуцера 117.

2. Пневмосистема отделения боевой части, состоящая из воздушного баллона 46, пускового клапана 31, обратного клапана 76, предохранительного клапана 77, пневмозамков 32, сигнализаторов давления 47, 48 и воздушных магистралей.

3. Система питания воздухом бортовых ампульных батарей, состоящая из клапана пускового 67 и воздушной магистрали.

С ПГС изделия тесно связана система предварительного и предстартового наддува (СППН), в основном размещенная на подводной лодке. Описание СППН приведём в отдельном параграфе. Здесь приведём только операции, которые выполняет данная система:

СППН автоматически обеспечивает наддувы бака окислителя воздухом в походном состоянии и наддув бака горючего азотом, а также предстартовый наддув баков. При предстартовом наддуве бак горючего наддувается азотом, бак окислителя воздухом.

Кроме того, система СППН обеспечивает наддув боевой части в походном состоянии и стравливание давления из нее перед стартом, заправку воздушных баллонов 46 и 49 воздухом среднего и высокого давления и стравливание его при необходимости.

1.1.2. Основные элементы ПГС

В состав ПГС изделия 4К-50 в исходном состоянии входят следующие элементы (см. рис. 1, 2 и 3):

- 1 — отсечной клапан О рулевых камер сгорания;
- 2 — шунтовой клапан наддува;
- 3 — основная камера сгорания;
- 4 — отсечной клапан Г основной камеры сгорания;
- 5 — рулевая камера сгорания (4 шт.);
- 6 — отсечной пироклапан Г газогенератора Г;
- 7 — стабилизатор давления основной камеры сгорания;
- 8 — отсечной пироклапан О газогенератора Г;
- 9 — газогенератор Г;
- 10 — большой ТНА;
- 11 — обратный клапан блока обратных клапанов Г;
- 12 — обратный клапан блока обратных клапанов Г;
- 13 — мембрана свободного прорыва пускового бака Г;
- 14 — заправочный клапан пускового горючего;
- 15 — пусковой бачок Г;
- 16 — дренажный клапан пускового горючего;
- 17 — мембрана свободного прорыва пускового бачка Г;
- 18 — клапан сброса Г;
- 19 — отсечной клапан О основной камеры сгорания;
- 20 — регулятор тяги;
- 21 — пиромембрана принудительного прорыва О;
- 22 — пиромембрана принудительного прорыва Г;
- 23 — заправочный клапан О;
- 24 — воронкогаситель;
- 25 — бак Г;
- 26 — гидроклапан наддува бака Г;

- 27 — обратный клапан наддува бака Г;
- 28 — мембранный клапан Г;
- 29 — бак О;
- 30 — воронкогаситель;
- 31 — пусковой клапан отделения ГЧ;
- 32 — пневмозамки;
- 33 — пороховой толкатель;
- 34 — сигнализатор давления;
- 35 — сигнализатор давления;
- 36 — сигнализатор давления;
- 37 — дренажно-сливной клапан О;
- 38 — мембранный клапан О;
- 39 — обратный клапан наддува бака О;
- 40 — гидроклапан наддува бака О;
- 41 — клапан обратный наддува БЧ;
- 42 — дренажно-сливной клапан О;
- 43 — сигнализатор давления;
- 44 — сигнализатор давления;
- 45 — сигнализатор давления;
- 46 — воздушный баллон “80”;
- 47 — сигнализатор давления;
- 48 — сигнализатор давления;
- 49 — воздушный шар-баллон “200”;
- 50 — пироклапан пуска;
- 51 — обратный клапан редуктора;
- 52 — редуктор;
- 53 — обратный клапан редуктора;
- 54 — клапан сброса О;
- 55 — мембрана свободного прорыва пускового бачка О;
- 56 — дренажный клапан пускового окислителя;
- 57 — пусковой бачок О;
- 58 — заправочный клапан пускового окислителя;
- 59 — мембрана свободного прорыва пускового бачка О;
- 60 — обратный клапан блока обратных клапанов О;
- 61 — дроссельная шайба;
- 62 — обратный клапан блока обратных клапанов О;
- 63 — обратный клапан, шунтирующий дроссельную шайбу 61;
- 64 — регулятор газогенератора О;
- 65 — отсечной пироклапан О газогенератора О;
- 66 — отсечной пироклапан Г газогенератора О;
- 67 — пусковой клапан задействования ампульных батарей;
- 68 — газогенератор О;
- 69 — малый ТНА;

70 — стабилизатор давления рулевых камер сгорания;
71 — отсечной клапан Г рулевых камер сгорания;
72 — запорный клапан Г;
73 — дренажный клапан Г;
74 — электропневмоклапан;
75 — дренажный клапан О;
76 — обратный клапан;
77 — предохранительный клапан;
78 — обратный клапан;
79 — дренажный клапан Г СППН;
80 — пневмоклапан О;
81 — пневмоклапан Г;
82 — клапан разъема Г;
83 — клапан разъема О;
84 — манометр;
85 — вентиль запорный;
86 — вентиль запорно-дренажный;
87 — дренажный клапан О СППН;
88 — манометр;
89 — манометр;
90 — вентиль запорный;
91 — вентиль запорный;
92 — обратный клапан;
93 — вентиль запорный;
94 — фильтр О;
95 — вентиль запорный;
96 — вентиль запорный;
97 — вентиль запорный;
98 — манометр;
99 — вентиль запорно-дренажный;
100 — предохранительный клапан;
101 — сигнализатор давления;
102 — сигнализатор давления;
103 — дроссельная шайба;
104 — электропневмоклапан;
105 — электропневмоклапан;
106 — обратный клапан;
107 — электропневмоклапан;
108 — сигнализатор давления;
109 — экран;
110 — фильтр Г;
111 — обратный клапан;
112 — манометр;

- 113 — предохранительный клапан;
- 114 — ресивер;
- 115 — дроссельная шайба;
- 116 — вентиль запорный;
- 117 — соединительный штуцер;
- 118 — ресивер;
- 119 — экран;
- 120 — сигнализатор давления;
- 121 — вентиль запорный.

1.2. Некоторые специальные системы, обслуживающие комплекс 4К-50

Специальные системы можно разделить на две основные группы:

- системы, непосредственно обслуживающие изделие и не имеющие общекарабельных функций (СППН, система заправки, САК).
- системы общекарабельные, принимающие участие в обслуживании комплекса (вентиляции, пожаротушения, затопления и др.).

1.2.1. Система предварительного и предстартового наддува

ДУ имеет две системы наддува:

- система предварительного и предстартового наддува, состоящая из пульта СППН с манометрическим щитком, пульт управления наддувом (ППН) и пульт наблюдения (ПН);
- система наддува баков выхлопными газами турбин, работающих в полете изделия.

СППН обеспечивает:

- автоматический наддув бака окислителя воздухом до давления предварительного наддува при хранении изделия на ПЛ;
- наддув бака горючего азотом до давления предварительного наддува при хранении изделия на ПЛ;
- предстартовый наддув баков окислителя и горючего.

Кроме того, система СППН обеспечивает наддув БЧ в походном состоянии и стравливание давления из неё перед стартом, заправку воздушных баллонов 46 и 49 воздухом высокого давления и стравливанием его при необходимости.

Система ППН состоит из вентилях запорных 90,91,93,95 и 116, электроклапана 107, обратных клапанов 92, 106, 111, фильтра О 94, фильтра Г 110, манометров 89 и 112, предохранительного клапана 113, шайбы воздушной 115, ресивера 114.

Система наддува БЧ включает в себя электроклапаны 104 и 105, шайбу дроссельную 103, сигнализаторы давления 101 и 102, предохранительный клапан 100, дренажно-запорный вентиль 99, манометр 98, ресивер 118.

Система заправки воздушных баллонов воздухом включает в себя вентили запорные 86, 96 и 97, вентиль запорно-дренажный 85, манометры 84 и 85, шайбу воздушную.

1.2.2. Предварительный наддув баков изделия

Исходное положение СППН: запорные вентили 86, 90, 91, 95, 96, 97 и 116 закрыты; ЭПК 104, 105 и 107 обесточены и закрыты, электроавтоматика изделия подсоединена к пульту управления наддувом (ППН). К пульту К18.40 подведены воздух давлением 12 кг/см^2 и азот от азотных баллонов ПЛ.

Включение предварительного наддува производится открытием запорного вентиля бортовой воздушной магистрали ПЛ, открытием запорного вентиля "Наддув" 91 пульта К18.40 и включением на пульте ППН ключа "Напряжение". При этом на шины пульта подается постоянное напряжение 27 в.

Через нормально замкнутые контакты СД 36 срабатывает реле РЗ в пульте ППН, которое подает напряжение на ЭПК О 107. Сжатый воздух из магистрали ПЛ при давлении 12 кг/см^2 поступает в СППН, затем через гибкий шланг ПУ в бак окислителя изделия.

Открытием вентиля "Наддув Г" на пульте К 18.40 азот из баллонов ПЛ пропускается в бак горючего и наддувает его до давления предварительного наддува. Давление в баках О и Г контролируется по манометрам "Наддув О" и "Наддув Г" на пульте К18.41.

При достижении в баке О давления 3,2 ати, контакты СД 36 и реле РЗ размыкаются и ЭПК О 107 выключается и размыкает воздушную магистраль.

При достижении в баке горючего давления 3,2 ати контакты СД 43 размыкаются и гасят транспарант "ПНГ ниже" пульта ППН. После того как транспарант погаснет закрывается вентиль "Надув Г" на пульте К18.40.

При понижении давления в каком-либо баке ниже 3,2 ати производится поднаддув баков аналогично описанному выше.

В случае если изделие не заправлено горючим, то на предварительном наддуве находится только один бак О и при падении давления в нем ниже 3,2 ати наддув производится автоматически.

В случае повышения давления в баках выше 5 ати замыкаются контакты СД-О-5 35 и СД-Г-5 44 и включаются транспаранты и "Ревун", сигнализирующие в какой шахте давление в баке поднялось выше допустимого.

В этом случае необходимо провести сброс давления. Открываются вентили "Дренаж О" и "Дренаж Г" на пульте К18.40.

При понижении давления в баке О ниже 5 ати размыкаются контакты СД-О-5 и система возвращается в исходное положение. При падении давления в баке О ниже 3,2 ати замыкаются контакты СД-О-3,2, которые выключают ЭПК сброса на борту изделия. Поднаддув бака О до давления 3,2 ати осуществляется аналогично описанному выше.

Давление в баке Г сбрасывается до величины 3,5 ати. При достижении 3.5 ати в баке горючего закрывается вентиль "Дренаж Г".

Сброс давления из баков можно проводить только при наличии в воздушном баллоне 46 пневмоблока давления воздуха выше $(22 \pm 2,2)$ ати. При понижении давления в баллоне ниже $(22 \pm 2,2)$ ати замыкаются контакты СД-В-22 и включают транспарант "22 ати" пульта ППН. В этом случае необходимо произвести дозаправку баллона до давления $(80+5)$ ати.

1.2.3. Заправка воздушных баллонов воздухом

Для заправки воздушного баллона 49 воздухом к штуцеру обратного клапана 76 подсоединяется дренажное приспособление и открывается вентиль 97. Давление в воздушном баллоне 46 контролируется по манометру 88.

При достижении в баллоне давления воздуха $(80+5)$ ати вентиль 95 закрывается. Величина максимального допустимого давления в емкости 46 гарантируется настройкой предохранительного клапана 77 на давление $(80+3)$ ати.

Заправка воздухом баллона 49 производится зарядным приспособлением, подсоединенным к обратному клапану 78, при открытом вентиле 96, Контроль за давлением осуществляется по манометру 88. По окончании заправки вентиль 96 закрывается.

1.2.4. Предстартовый наддув баков изделия

На пульте ППН включается ключ "Предстартовый наддув", который готовит цепь включения ЭПК О, отключает ЭПК-1-ГЧ и ЭПК-2-ГЧ от пульта ППН и готовит цепь включения транспарантов "Предстартовый наддув О" и "Предстартовый наддув Г".

При наличии в воздушной емкости 46 давления 65 ати размыкаются контакты СД-В-65 47 и включается ЭПК О 107. Бак О наддувается.

При достижении в баке О давления $(8,5 \pm 0,5)$ ати контакты СД-О-8,5 34 размыкаются и обесточивают ЭПК О и выключается транспарант "Предстартовый наддув О".

Предстартовый наддув бака горючего производится вручную. К пульта К18.40 от азотных баллонов ПЛ подводится азот. Открывается вентиль "Наддув Г" и подушка бака Г заполняется азотом до давления $(10,5 \pm 0,5)$ ати. Давление контролируется по манометру "Наддув Г" пульта К18.41. При достижении в баке Г давления $(10,5 \pm 0,5)$ ати контакты СД-Г-10,5 45 размыкаются, и загорается транспарант "Предстартовый наддув Г" пульта ППН.

1.2.5. Пневмоблок

Пневмоблок включает в себя комплекс узлов, обеспечивающих проведение предварительного и предстартового наддува баков, задействования ампульных батарей, хранения сжатого воздуха.

В состав пневмоблока входят: емкость воздушная 46, пневмоклапаны 80 и 81, ЭПК 74, клапан пусковой 67, сигнализаторы давления 47 и 48.

Пневмоклапан предназначен для сброса давления предварительного наддува из баков в случае повышения его выше 6 ати при хранении изделия на Пл и давления предстартового наддува в случае отмены старта изделия. При проведении предварительного наддува пневмоклапан работает как клапан обратный.

1.3. Работа ПГС изделия 4К-50

При подготовке ДУ ракеты на технической позиции производятся следующие операции: проверка герметичности ПГС изделия и целостности мембран, проверка электроавтоматики ДУ, заправка бака окислителя и пусковых емкостей ДУ компонентами.

1.3.1. Проверка герметичности ПГС изделия и целостности мембран

До заправки изделия компонентами топлива проверяется герметичность разъемных соединений топливных емкостей, магистралей, пусковых емкостей газогенераторов, ТНА, камер сгорания, заправочных и дренажных клапанов и т.д. Заполнение смежных магистралей и емкостей воздухом и стравливание его после проверки производится так, чтобы разность давлений в смежных магистральных и емкостях не приводила к нарушению целостности мембран.

Все работы производятся при помощи специального пульта воздухом с точкой росы $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Герметичность ПГС проверяется воздухом давлением 4,5 ати, а целостность мембран — воздухом давлением (2,5—0,5) ати.

Проверка электроавтоматики включает в себя проверку на срабатывание сигнализаторов давления.

1.3.2. Заправка ДУ компонентами топлива

В топливные баки ракеты заправляется определенное весовое количество компонентов, при этом в баках остаются некоторые свободные объемы (воздушные подушки), величины которых выбраны исходя из требований, обеспечивающих безопасность старта ракеты и безопасность при хранении с заправленным баком.

Заправка бака окислителя может производиться на пирсе или на верхнем срезе шахты подводной лодки. Заправка бака горючего производится или на пирсе, или на подводной лодке при нижнем положении пусковой установки.

ПГС изделия позволяет заправлять компоненты в оба бака как при горизонтальном, так и при вертикальном положении ракеты. Заправка горючего при горизонтальном положении изделия ведется через тот же клапан, что и при вертикальном положении.

Для заправки бака О в горизонтальном положении открываются дренажные клапаны 37, 42 (см. рис. 2) и заправочный клапан 23 и закрывается запорный вентиль 121. Заправка верхнего и нижнего полубаков ведется одновременно. При этом в бак выдается полная весовая доза окислителя и заправочный клапан 23 закрывается. Затем часть О из нижнего полубака передавливается в верхний полубак до появления компонента через дренажный клапан 37 и клапан 37 закрывается. При этом должно учитываться то количество жидкости, которое было отдренажировано из верхнего полубака. По окончании заправки закрывается дренажный клапан 42. При установке изделия в вертикальное положение на пусковом столе необходимо открыть запорный вентиль 121.

Слив из бака ведется через дренажно-сливной клапан 37 и 42 при открытом клапане 23. По окончании слива закрываются клапаны 37 и 42, а затем клапан 23.

При нахождении изделия в вертикальном положении заправка О производится через заправочный клапан 23 и при открытом дренажном клапане 75. Окислитель заполняет верхний полубак и при достижении жидкостью верхнего днища по трубе системы опорожнения сливается в нижний полубак. По окончании заправки закрывается клапан 23, а затем клапан 75. Вентиль 121 в этом случае не закрывается. Слив из бака ведется через клапан 23 при открытом клапане 75. По окончании слива клапан 23 и клапан 75 закрываются. Слив из бака ведется под давлением 2 кг/см^2 .

Окислитель практически полностью сливается в вертикальном и горизонтальном положении.

При заправке бака горючего в горизонтальном положении к заправочно-дренажному клапану изделия подстыковывается дренажно-заправочное устройство и в бак выдается полная весовая доза горючего. По окончании заправки устройство отстыковывается.

Заправка пусковой емкости 15 и 57 компонентами топлива объемная до перелива через дренажи и производится на технической позиции в положении транспортировки и хранения через заправочные клапаны 14 и 58. Дренаж из емкостей осуществляется через клапаны 16 и 56.

Слив компонентов производится через заправочные клапана 14 и 58 в том же положении, что и заправка с подводом воздуха давлением 2 кг/см^2 к клапанам 16 и 56.

1.3.3. Установка изделия на подводной лодке и предварительный наддув баков

Перед установкой изделия на подводную лодку производится опрессовка системы предварительного и предстартового наддува и проверки ее функционирования. После установки изделия на подводную лодку производится совместная проверка на функционирование элементов автоматики СППН и автоматики изделия.

Предварительный наддув бака О воздухом в течении всего времени транспортировки изделия поддерживается автоматически до начала предстартового наддува.

Предварительный наддув бака Г производится азотом в течении всего времени транспортировки изделия на ПЛ в том случае, если изделие заправлено перед погрузкой и О и Г.

Наддув бака азотом до величины давления предварительного наддува производится только после заправки.

Предварительный наддув бака О производится следующим образом.

Сжатый воздух из магистрали ПЛ при давлении 12 кг/см^2 поступает в пульт СППН К18.40, затем через гибкие шланги ПУ и магистрали изделия в бак О 29.

Автоматическое поддержание давления предварительного наддува в баке осуществляется посредством СД 36 и ЭПК системы предварительного и предстартового наддува следующим образом.

При достижении в баке давления предварительного наддува $3,2 \text{ кг/см}^2$ и размыкания контактов СД 36 снимается напряжение с ЭПК 107 СППН, управляющего наддувом бака. При понижении давления в баке и замыкании контактов СД 36 вновь подается напряжение на ЭПК 107 СППН и наддув бака возобновляется.

Предварительный наддув бака Г осуществляется вручную с пульта К18.40. Контроль за давлением в баке ведется по манометру манометрического щитка К18.41 и транспарантам пультов ППН и ПН на которые заведены контакты сигнализатора 43.

Повышение давления в баке О 29 и в баке Г 25 выше 5 кг/см^2 определяется с помощью СД 35 и 44. Сигнализаторы давления заведены на транспаранты пульта ППН и ПН. Порядок сброса давления из баков такой же, как и в случае несостоявшегося старта.

1.3.4. Предстартовая подготовка ПГС изделия

В предстартовую подготовку входят:

- заправка бака Г компонентом;
- заправка воздушных баллонов 46 и 49 воздухом;
- предстартовый наддув топливных баков;
- сброс давления из боевой части.

Для заправки изделия Г к заправочно-дренажному клапану подстыковывается наполнительно-стыковочное устройство. Из топливной емкости ПЛ определенное количество ТГ-02 под давлением подается в бак горючего. Заправка бака Г ведется с превышением давления подачи над давлением в баке на $(2,5-0,3)$ кг/см².

Для заправки воздушного баллона 46 воздухом к штуцеру обратного клапана 76 подсоединяется зарядное приспособление и открываются вентили СППН. Давление в воздушном баллоне 46 контролируется по манометру СППН и световому сигнализатору на пульте ПН, в цепь которого заведены контакты СД 47. Потребное давление в баллоне $(80+5)$ кг/см². Величина максимального допустимого давления в емкости 46 гарантируется настройкой предохранительного клапана 77 на давление $(83+3)$ кг/см².

Заправка воздушного баллона 49 производится зарядным приспособлением, подсоединенному к обратному клапану 78. Контроль за давлением осуществляется по манометру СППН.

Предстартовый наддув баков осуществляется с помощью системы предстартового и предварительного наддува, порядок срабатывания узлов и элементов которой при данных операциях указан в отдельном параграфе.

Предстартовый наддув бака О осуществляется воздухом до давления $(8,5\pm 0,5)$ кг/см². Контроль за давлением в баке О в предстартовый период ведется по манометрам СППН и световому сигнализатору пульта ПН, в цепь которого заведены контакты СД 34.

Предстартовый наддув бака Г осуществляется азотом до давления $(10,5\pm 0,5)$ кг/см². Контроль за давлением в баке Г в предстартовый период ведется по манометрам СППН и световому сигнализатору пульта ПН, в цепь которого заведены контакты СД 45.

Перед подъемом изделия из шахты сбрасывается давление из гермоотсека 64. От клапана 76 отстыковывается заправочное приспособление, от клапана 78 — накидное соединение.

Подъем ракеты из шахты допускается только при условии разомкнутого положения СД 47, 45 и 34 и наличии в шаре 49 давления $185\div 200$ кг/см².

В случае несостоявшегося старта изделие опускается в шахту и производится сброс давления из топливных баков через СППН.

Сброс давления может производиться из обоих баков О и Г за борт подводной лодки, а из бака Г и в цистерну замещения. Для сброса давления из топливных баков за борт открываются соответствующие запорные вентили СППН и подается напряжение на ЭПК 74. До проведения вышеуказанной операции производится заправка воздушной емкости 46.

Давление в баке О сбрасывается до $3,5$ кг/см². Оно определяется автоматикой СППН, переключенной на предварительный наддув.

Давление из бака Г сбрасывается до $3,5$ кг/см². Контроль за давлением производится по манометрам дренажных магистралей ПЛ.

При необходимости слива ТГ-02 из бака давление предстартового наддува из бака Г не сбрасывается, а к дренажно-заправочному клапану 72 подстыковывается дренажно-наполнительное устройство. Компонент из бака сливается в топливные емкости ПЛ.

1.3.5. Работа ПГС при старте

При подъеме изделия на верхний срез шахты замыкаются концевые контакты верхнего положения стола и подается напряжение на пиропатроны пускового клапана 67, задействуется ампульная батарея.

По команде "Выстрел" изделие переходит на бортовое питание. От упредителя старта подается импульс на пусковой клапан 50. Воздух высокого давления из воздушного баллона 49 по магистрали поступает в редуктор 52, редуцируется до давления 60 кг/см^2 , открывает обратные клапана редуктора 51, 53 и по магистралям подходит к мембранам свободного прорыва 17 и 55, установленные на входе в пусковые бачки О 57 и Г15. Давлением воздуха МСП 17 и 55 прорываются, и воздух заполняет свободные объемы в пусковых бачках.

При подъеме давления в пусковых бачках МСП 13 и 59 прорываются. Давлением открываются обратные клапана на выходе из пусковых бачков 12, 60 и компоненты топлива через регулятор тяги 20 и редуктор 64 поступают в газогенераторы О и Г 68 и 9.

Поставленная на линии О газогенератора 9 дроссельная шайба 61 задерживает выход на режим центральной камеры, обеспечивая минимальную разницу по времени между набором тяги центральных и рулевых камер сгорания, а также снижает режим центральной камеры в тот момент, когда рулевые камеры еще не вспыхнули.

В газогенераторах компоненты топлива самовоспламеняются и газогенераторы выходят на режим.

Одновременно с подачей команды на клапаны 50 подрываются пиромембраны принудительного прорыва 21 и 22. Под действием предстартового давления компоненты топлива заполняют магистрали двигателя и насосов. Газ, вырабатываемый газогенератором, раскручивает роторы ТНА 10 и 69. Насосы начинают подавать в основную 3 и рулевые камеры сгорания 5 и в магистрали питания газогенераторов. Топливо на питание газогенераторов забирается из магистралей рулевых двигателей: О после насоса О, Г после стабилизатора Г 70. Центральная камера выходит на режим на 0,05—0,15 с раньше, чем рулевые. До момента вспышки рулевых камер оба газогенератора работают на компонентах, поступающих в них из пусковых бачков 15 и 57.

В момент вспышки рулевых камер оба газогенератора работают на компонентах, поступающих в них из пусковых бачков 15 и 57. В момент вспышки рулевых камер во всех топливных магистралях рулевого комплекса от камер до насосов практически мгновенно устанавливается рабочее давление. Этим давлением открываются обратные клапана 11 и 62 в блоках обратных клапанов и

обратный клапан 63 в магистрали, шунтирующей дроссельную шайбу 61. Обратные клапана 12 и 60 закрываются. С этого момента двигатель переходит на самопитание, центральная камера набирает полную тягу.

С отрывом ракеты от стартового устройства подается импульс на пиропатроны клапанов сброса 18 и 54. Давление из пусковых бачков 15 и 57 сбрасывается в атмосферу.

По мере расходования компонентов предстартовое давление в подушках баков падает. При достижении в баке О давления $4,3 \text{ кг/см}^2$ подается импульс на пиропатроны шунтового клапана наддува 2. Он срабатывает и закрывает дополнительный выхлоп турбины ТНА-I 69. Давление за турбиной возрастает.

Компоненты топлива за насосами ТНА 10 и 69 поступает в трубопроводы изделия, ведущие к клапанам наддува и мембранным клапанам 26, 40, 28, и 38. Мембранные клапана 28 и 38 срабатывают, срезая мембраны. Полости баков соединяются с полостями газового наддува. С запаздыванием по отношению к мембранным клапанам 28 и 38 срабатывают клапаны наддува 26 и 40. По мере выработки топлива из баков давление предстартового наддува в последних падает. При повышении давления газов в выхлопных магистралях турбин над давлением в топливных баках открываются обратные клапаны 27 и 39. Баки изделия переходят на бортовой газовый наддув.

При повышении суммарной тяги пяти двигателей над весом изделия оно отрывается от пусковой установки. Клапана разъема 82 и 83 закрываются.

1.3.6. Работа ДУ в полете

На протяжении всего времени полета насосы обоих ТНА подают компоненты топлива в камеру сгорания, выхлопные газы турбин наддувают баки, стабилизаторы давления 7 и 70 обеспечивают заданное соотношение компонентов в камерах сгорания, регуляторы 20 и 64 обеспечивают стабильную работу двигателя.

Выключение двигателя в полете производится в две ступени. По предварительной команде от интегратора продольных ускорений выключается основная камера сгорания 3 и газогенератор Г 9, для чего одновременно подается импульс на пиропатроны отсечных клапанов 4, 6, 8 и 19. Наддув бака горючего 25 выхлопными газами от турбины прекращается. При падении давления за насосом Г ТНА-II 10 клапан наддува 26 закрывается.

По главной команде от интегратора продольных ускорений выключаются рулевые камеры сгорания 5 и газогенератор О 68, для этого одновременно подается импульс на пиропатроны отсечных клапанов 1, 65, 66 и 71.

Одновременно с подачей импульса на отсечку рулевых камер подается команда на пиропатроны пускового клапана 31, который, срабатывая, пропускает воздух среднего давления к пневмозамкам.

Для отделения боевой части изделия после подачи импульса на отсечку рулевых камер подается импульс на пиропатроны порохового толкателя 33.

1.3.7. Аварийное выключение двигателя

Аварийное выключение двигателя (АВД) производится в случае несостоявшегося старта после запуска ДУ, пожара на борту изделия, нарушения герметичности и т. д.

АВД производится как по команде оператора с пульта управления запуском ДУ, так и автоматически. АВД по команде оператора возможно на любой стадии запуска до момента отрыва изделия от ПУ, автоматическая команда на АВД подается через 1,5 сек после прохождения команды на запуск ДУ через упредитель старта, если двигатель не вышел на режим.

Аварийный останов производится в следующем порядке: подается импульс на пиропатроны отсечных клапанов 1, 4, 6, 8, 19, 65, 66, 71, клапаны сброса Г 18 и клапана сброса О 54.

Подача компонентов к газогенераторам и камерам сгорания прекращается. С падением давления за насосами клапаны наддува 26 и 40 закрываются.

Глава 2. ИЗДЕЛИЕ 4К-55

Одноступенчатая баллистическая ракета морского базирования с ЖРД турбонасосной подачи, на высококипящих самовоспламеняющихся компонентах: окислителе — АК-27И и горючем — ТГ-02, с моноблочной отделяемой головной частью. Разработана Конструкторским бюро машиностроения (ныне ГРЦ "КБ им. академика В.П. Макеева") в 1959 - 63 годах. Главный конструктор В.П. Макеев. Изготавливалась на Златоустовском машиностроительном заводе (завод № 385). Предназначена для вооружения подводных лодок проекта 629А и АПЛ проекта 658М. Состояла на вооружении с 1963 по 1989 год. Конструкторский индекс Р-21. Первая ракета подводного старта.

Ракета состоит из штампосварного моноблочного корпуса из нержавеющей стали 1Х21Н5Т, включающий в себя приборный отсек, несущие баки эллипсоидными днищами, с межбаковым объемом и хвостовой (двигательный) отсек. Корпус имеет поперечный силовой набор из Z- и П- образных шпангоутов, приваренных к обечайкам точечной сваркой. Приборный отсек образован юбочной обечайкой бака окислителя, его герметичность обеспечивается наддуваемым шлангом герметизации и резиновыми прокладками, установленными на торцевом шпангоуте. Приборы управления, кроме гиروطаты, установлены на выдвижной раме. Хвостовой отсек образован юбочной обечайкой бака окислителя; имеет люки для обслуживания. Рама двигателя крепится болтами к торцевому шпангоуту отсека. Сверхзвуковые части сопел выходят за срез хвостового отсека. Камеры двигателя с помощью электрогидравлических рулевых машин отклоняются, каждая в одной плоскости, на угол 9°. Сравнительно небольшие стабилизаторы с опорами крепятся болтами к кронштейнам, приваренным к шпангоутам. Корпус головной части выполнен в виде конуса с углом раствора 22° и притуплением радиусом порядка 250 мм, с головным узлом из радиопрозрачного материала. Основной корпус головной части цельносварной, подкреплен шпангоутами и прикреплен к корпусу 4-мя пирозамками. Впервые ракета не имеет специального механизма отделения. Отделение головной части происходит под действием избыточного давления в приборном отсеке, обеспечивающего расталкивающее усилие в 127,5 кН. Запуск ракеты – из затопленной шахты собственными двигателями с глубины до 50 метров при ходе подводной лодки до 5 узлов. В шахте ракета центрируется сбрасываемыми бугелями, скользящими по направляющим.

Основные параметры ракеты 4К-55 приведены в табл. 3.

Таблица 3
Основные параметры ракеты 4К-55

Дальность стрельбы, км	до 1420
Точность (КВО), км	2,8
Стартовая масса, кг	19715
Масса незаправленной ракеты, кг	3471
Коэффициент совершенства конструкции	0,176

Габариты: длина ракеты, м	14,215
диаметр корпуса, мм	1300
размах стабилизаторов, мм	2000
Масса головной части, кг	1200
Мощность ядерного заряда, Мт	1,0

Двигательная установка 4Д55 представляет собой четырехкамерный жидкостный ракетный двигатель открытой схемы одноразового применения и однократного включения с турбонасосной системой подачи на высококипящих самовоспламеняющихся компонентах: окислителе — АК-27И (раствор четырехоксида азота в азотной кислоте) и горючем — ТГ-02 (смесь триэтиламина и *m*-ксилидина). Разработан в 1959-62 г.г. в ОКБ-2 (КБХМ им. А.М.Исаева, г. Королев). Главный конструктор А.М.Исаев. Изготовлен на заводе № 385, г. Златоуст (ПО ЗМЗ). Конструкторский индекс С5.3М.

Первый двигатель, спроектированный для ракеты, стартующей из затопленной шахты. Камеры сгорания со скрепленными оболочками, паянные, с гофрированными проставками. Распылительные головки плоские с антиимпульсными перегородками. Форсунки — двухкомпонентные, тангенциальные, расположены по концентрическим окружностям. В полости головки окислителя установлен вкладыш для уменьшения импульса последствия. Цапфы подшипников расположены в области критического сечения; гибкие сильфонные шланги на магистралях высокого давления. Турбонасосный агрегат с шнекоцентробежными насосами и консольным расположением осевой одноступенчатой турбины. Привод турбины от газогенератора, работающего на основных компонентах с избытком горючего; отработанный газ после турбины частично используется для наддува бака горючего. Для наддува бака окислителя имеется отдельный окислительный газогенератор. Режим работы поддерживается автоматически с помощью с помощью регулятора давления камеры сгорания и стабилизаторов соотношения компонентов камер сгорания и газогенератора. Двигатель имеет оригинальную раму в виде силового шпангоута с поперечными балками, на которых крепятся все агрегаты. Турбонасосный агрегат размещен между камерами; вал расположен вертикально, выхлоп отработанного газа после турбины по оси ракеты, что исключает отклоняющие моменты от тяги выхлопного сопла. Каждая камера может качаться в одной плоскости от электрогидравлических рулевых машин на угол 9° от нейтрального положения, механизм шарнирного момента — торсионный. Такая компоновка двигателя позволила существенно сократить его длину, что особенно важно для ракет, размещаемых на подводных лодках. Запуск — пороховым стартером, отключение одноступенчатое.

Основные параметры двигательной установки 4Д55 приведены в табл. 4.

Таблица 4
Основные параметры двигательной установки 4Д55

Тяга: на уровне моря, кН	398,81
Удельный импульс: на уровне моря, м/с	2367,15
Давление: в камере сгорания, МПа	6,51
на срезе сопла, МПа	0,085
Удельная масса двигателя, кг/кН	1,038

2.1. Состав ПГС и системы предстартового обслуживания

Принципиальная схема пневмогидравлической системы (ПГС) и системы предстартового обслуживания (СПО) представлены на рис. 4, 5.

В ПГС изделия входят:

- двигательная установка;
- система подачи давления воздуха для приведения в действие ампульной батареи и сброса давления из нее;
- система сбрасывания бугелей;
- система герметизации отсеков;
- система дренажа приборного отсека;
- система отделения головной части;
- система аварийного затопления хвостового отсека.

Двигательная установка включает:

- двигатель;
- систему питания двигателя топливом;
- систему наддува топливных баков.

В двигатель входят:

- 4 камеры 63, каждая из которых может поворачиваться на заданный угол относительно оси, перпендикулярной продольной оси камеры;
- газогенератор 67;
- турбонасосный агрегат 77;
- стабилизатор камеры 76;
- регулятор 53;
- стабилизатор газогенератора 57;
- пусковая камера 75;
- клапан 80 входа О;
- клапан 81 входа Г;
- отсечной клапан О 78;
- отсечной клапан Г 73;
- обратные клапаны 55, 56, 58, 66;
- заглушки 61, 68;
- дроссельные шайбы 54, 59, 64, 65;
- пиропатроны 72, 74, 79;
- трубопроводы.

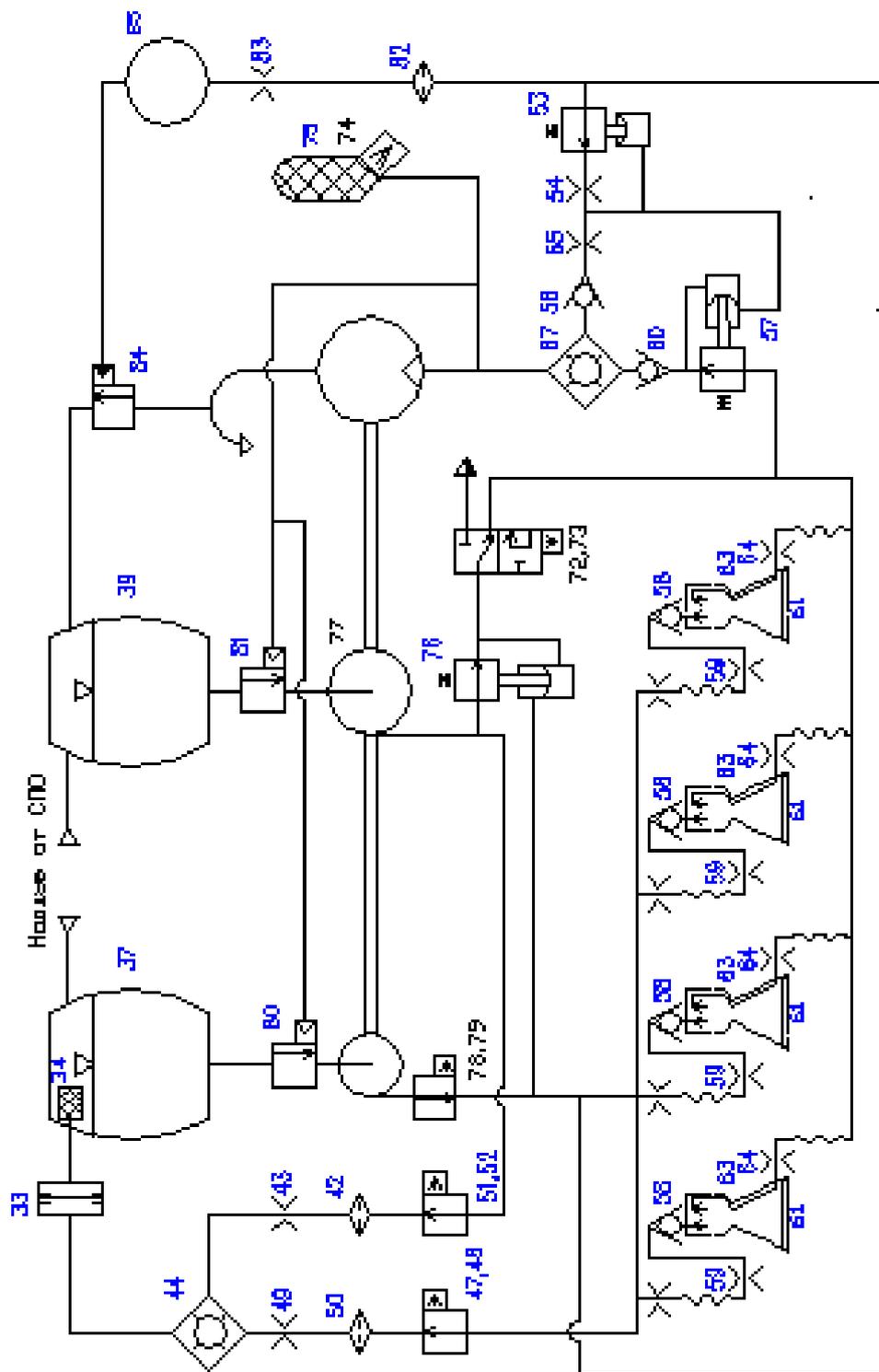


Рис. 4. ПГС изделия 4К-55

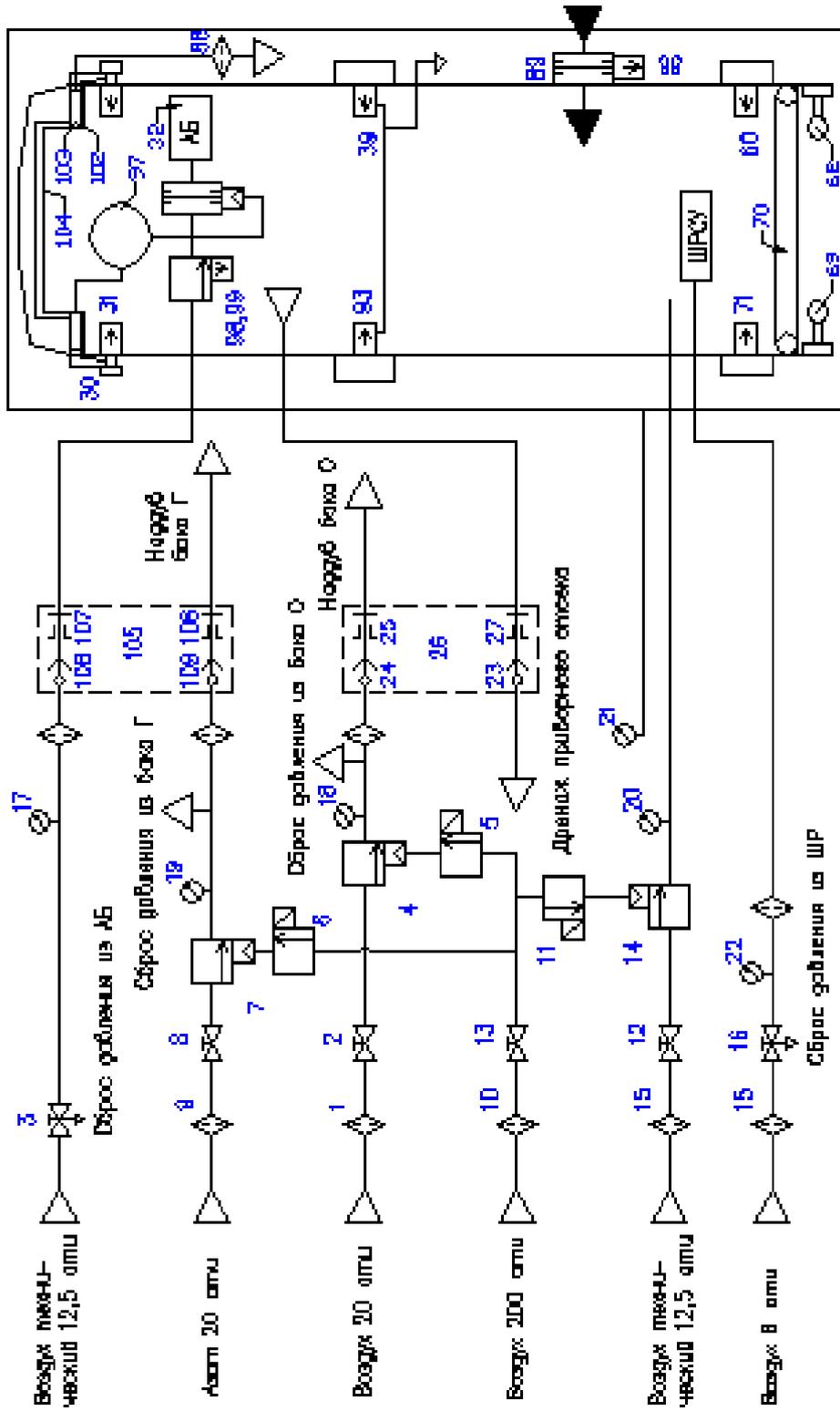


Рис. 5. ПГС системы предстартового обслуживания изделия 4К-55

В систему питания двигателя топливом входят:

- бак О 37 с системой заправки и опорожнения;
- бак Г 39 с системой заправки и опорожнения.

Система заправки и опорожнения бака О по конструкции аналогична системе заправки и опорожнения бака Г и состоит:

- из заправочных клапанов 36, 94 (бак О);
- заправочных клапанов 40, 92 (бак Г);
- расходного устройства О 38;
- заборника Г 41;
- расходных трубопроводов.

В систему наддува баков входят:

- мембранный клапан 84 с мембраноуловителем 90;
- ресивер 85;
- газогенератор 44;
- отсечные клапаны 48 и 51;
- дроссельные шайбы 43, 49, 83;
- мембранный узел 33 с мембраноуловителем 34;
- пневмореле ПРД-2,4М 45,95;
- пневмореле ПРД-8,5М 46, 96;
- ЭПК 29, 101;
- разъемные клапаны 25, 106;
- обратные клапана 24, 109;
- мембраны 28, 100;
- фильтры 42, 50, 82, 87;
- пиропатроны 47, 52;
- трубопроводы.

Система подачи давления воздуха для приведения в действие ампульной батареи и сброса давления из нее включает:

- пусковой клапан 98;
- пиропатрон 99;
- разъемный клапан 107;
- обратный клапан 108;
- трубопроводы.

Система сбрасывания бугелей состоит:

- из бугелей;
- из детонирующих шнуров;
- из трубопроводов;
- из электродетонирующих устройств 35, 60, 71, 93.

Система герметизации отсеков изделия включает:

- прокладку 102;
- шланг 70, 103 герметизации;
- ресивер 97;
- фильтр 86;

- трубопроводы;
- гермовводы кабелей.

В систему дренажа приборного отсека входят:

- разъемный клапан 27;
- обратный клапан 23;
- трубопроводы и рукава.

Система отделения головной части включает:

- пироболты 30;
- пиропатроны 31;
- обтюратор 104.

Система аварийного затопления хвостового отсека изделия состоит:

- из мембранного узла затопления 89;
- из пиропатрона 88.

Система предстартового обслуживания обеспечивает:

- подачу давления воздуха в магистраль наддува шлангов герметизации стыка ГЧ с ПО, двигательного отсека с пусковым столом и в магистраль приведения в действие АБ, а также сброс этого давления;

- предварительный и предстартовый наддув бака О воздухом и сброс его через систему ПЛ за борт;

- предварительный и предстартовый наддув бака Г воздухом и сброс его через систему ПЛ за борт;

- подачу давления воздуха в штепсельные разъемы и сброс давления в отсек ПЛ;

- наддув двигательного отсека (колокола) сжатым воздухом с целью поддержания заданного уровня воды в воздушном колоколе;

- гарантированный избыток давления в баках по отношению давления в шахте при проведении предварительного и окончательного сброса давления из них;

- сброс давления из ампульной батареи СУ в случае несостоявшегося пуска или АД;

- открытие и закрытие ЭПК наддува баков О и Г при контроле за давлением в баках;

- контроль по манометрам за величиной давления в баках О и Г в шахте подводной лодки;

- контроль по манометрам за подачей давления в магистрали приведения в действие ампульной батареи, наддува колокола, штепсельных разъемов и баков О и Г;

- контроль за давлением в шахте подводной лодки.

Система предстартового обслуживания включает:

- запорные вентили 2, 8, 12, 13;
- запорно-дренажные вентили 3, 16;
- пневмоклапаны 4, 7, 14;
- ЭПК 5, 6, 11;

- фильтры 1, 9, 10, 15;
- манометры 17, 18, 19, 20, 21, 22;
- трубопроводы;
- электрооборудование.

В ПГС изделия 4К-55 входят следующие элементы (см. рис. 5 и 6):

- 1 — фильтр;
- 2 — запорный вентиль;
- 3 — запорно-дренажный вентиль;
- 4 — пневмоклапан;
- 5 — электропневмоклапан;
- 6 — электропневмоклапан;
- 7 — пневмоклапан;
- 8 — запорный вентиль;
- 9 — фильтр;
- 10 — фильтр;
- 11 — электропневмоклапан;
- 12 — запорный вентиль;
- 13 — запорный вентиль;
- 14 — пневмоклапан;
- 15 — фильтр;
- 16 — запорно-дренажный вентиль;
- 17 — манометр;
- 18 — манометр;
- 19 — манометр;
- 20 — манометр;
- 21 — манометр;
- 22 — манометр;
- 23 — обратный клапан;
- 24 — обратный клапан;
- 25 — разъемный клапан;
- 26 — колодка разъема;
- 27 — разъемный клапан;
- 28 — мембрана;
- 29 — электропневмоклапан;
- 30 — пироболт;
- 31 — пиропатрон;
- 32 — ампульная батарея;
- 33 - мембранный узел;
- 34 — мембраноуловитель;
- 35 — электродетонирующее устройство;
- 36 — заправочный клапан;
- 37 — бак О;

- 38 — расходное устройство О;
- 39 — бак Г;
- 40 — заправочный клапан;
- 41 — заборник;
- 42 — фильтр;
- 43 — дроссельная шайба;
- 44 — газогенератор;
- 45 — пневмореле ПРД-2,4 М;
- 46 — пневмореле ПРД-8,5 М;
- 47 — пиропатрон;
- 48 — отсечной клапан;
- 49 — дроссельная шайба;
- 50 — фильтр;
- 51 — отсечной клапан;
- 52 — пиропатрон;
- 53 — регулятор;
- 54 — дроссельная шайба;
- 55 — обратный клапан;
- 56 — обратный клапан;
- 57 — стабилизатор газогенератора;
- 58 — обратный клапан;
- 59 — дроссельная шайба;
- 60 — электродетонирующее устройство;
- 61 — заглушка;
- 62 — датчик предельных уровней;
- 63 — камера;
- 64 — дроссельная шайба;
- 65 — дроссельная шайба;
- 66 — обратный клапан;
- 67 — газогенератор;
- 68 — заглушка;
- 69 — датчик предельных уровней;
- 70 — шланг герметизации;
- 71 — электродетонирующее устройство;
- 72 — пиропатрон;
- 73 — отсечной клапан Г;
- 74 — пиропатрон;
- 75 — пусковая камера;
- 76 — стабилизатор камеры;
- 77 — ТНА;
- 78 — отсечной клапан О;
- 79 — пиропатрон;
- 80 — клапан входа О;

- 81 — клапан входа Г;
- 82 — фильтр;
- 83 — дроссельная шайба;
- 84 — мембранный клапан;
- 85 — ресивер;
- 86 — фильтр;
- 87 — фильтр;
- 88 — пиропатрон;
- 89 — мембранный узел затопления;
- 90 — мембраноуловитель;
- 91 — трубопровод;
- 92 — запорный клапан;
- 93 — электродетонирующее устройство;
- 94 — запорный клапан;
- 95 — пневмореле ПРД-2,4М;
- 96 — пневмореле ПРД-8,5М;
- 97 — ресивер;
- 98 — пусковой клапан;
- 99 — пиропатрон;
- 100 — мембрана;
- 101 — электропневмоклапан;
- 102 — прокладка;
- 103 — шланг герметизации;
- 104 — обтюратор;
- 105 — колодка разъема;
- 106 — разъемный клапан;
- 107 — разъемный клапан.

2.2. Подготовка ПГС и СПО к пуску изделия

2.2.1. Подготовка ПГС перед подачей изделия в шахту ПЛ

Перед установкой изделия в шахту ПЛ на технической позиции с ПГС проводят следующие подготовительные операции:

- пневмоиспытания ПГС изделия;
- проверка цепи пиропатронов;
- заправка баков О и Г компонентами топлива;
- наддув баков О и Г согласно температурному графику и замещение воздушной подушки бака Г азотом.

При пневмоиспытаниях проверяются герметичность разъемных соединений ПГС изделия, целостность мембран и срабатывание ЭПК 29, 101. После проведения пневмоиспытаний проверяются цепи пиропатронов 47, 52, 72, 74, 79, 88, 99 и электродетонирующих устройств 35, 60, 71, 93.

При заправке баков О и Г изделие устанавливается наклонно на 3° к горизонту головной частью вверх. Каждый бак заправляется по отдельности по объему.

Бак О заправляется через заправочный клапан 36 окислителем АК-27И, сорт А, ВТУ № АУ96-56 МХП. Дренаж при этом осуществляется через открытый заправочный клапан 94. После выдачи в бак О заданной объемной дозы окислителя заправочные клапана 36 и 94 закрываются.

Бак Г заправляется через заправочный клапан 40 окислителем ТГ-02, ТУ № ЕУ 66-59 ГКХ. Дренаж при этом осуществляется через открытый заправочный клапан 92. После выдачи в бак Г заданной объемной дозы окислителя заправочные клапана 40 и 92 закрываются.

Если температура компонентов топлива ниже минус 20°C , то после заправки баки наддуваются с целью предотвращения разряжения в них при последующем понижении температуры топлива. Бак окислителя наддувается сжатым воздухом, а горючего азотом до давления $(2,5+0,2)$ ати через заправочные клапаны.

При необходимости компоненты топлива из баков О и Г могут быть откачаны насосом заправщика при горизонтальном положении изделия через заправочные клапаны 36, 40 при открытых заправочных клапанах 92, 94.

2.2.2. Подготовка СПО и системы ПЛ к приему изделия

После проверки все системы ПЛ, обслуживающие изделие, приводятся в исходное положение. В исходном положении закрыты запорные вентили 2, 8, 12, 13, запорно-дренажные вентили 3, 16, пневмоклапаны 4, 7, 14 и обесточены (закрыты) ЭПК 5,6,11.

2.2.3. Предстартовая подготовка ПГС изделия и СПО

Установка СПО в предстартовое положение осуществляется открытием запорных вентилях 2, 8, 12, 13 и запорно-дренажных вентилях 3, 16. При открытии запорно-дренажного вентиля 3 сжатый воздух давлением 12,5 ати поступает в шланги 70, 103 герметизации. Тем самым герметизируются стыки ГЧ с ПО, хвостового отсека с пусковой установкой. Контроль осуществляется по манометру 17.

При открытии запорно-дренажного вентиля 16 сжатый воздух давлением $(6\pm 0,5)$ ати поступает в промежуточные и отрывные штепсельные разъемы, с целью предотвращения попадания в них влажного воздуха или воды при заполнении шахты ПЛ водой. Контроль осуществляется по манометру 22.

При открытии запорного вентиля 13 сжатый воздух давлением $170\div 200$ ати поступает к магистрали питания ЭПК СПО воздухом.

При открытии запорных вентилях 2, 8 сжатый воздух и азот давлением (20 ± 1) ати поступают в магистрали пульта СПО до пневмоклапанов 4 и 7 на магистрали наддува баков изделия

При открытии запорного вентиля 12 воздух давлением 12,5 ати поступает в магистраль пульта СПО до пневмоклапана 14 на магистрали наддува колокола.

Для предварительного наддува баков изделия подается напряжение на ЭПК 5, 6, 29, 101. При этом воздух при давлении $170\div 200$ ати через открытые ЭПК 5, 6 в пневмоцилиндры пневмоклапанов 4, 7 и открывают их. Через открытые пневмоклапан 4 и ЭПК 29 воздух давлением (20 ± 1) ати проходит в магистраль наддува бака О и, прорвав мембрану 28, поступает в бак О. Давление прорыва мембраны в сторону раскрытия (9 ± 1) ати.

Азот давлением (20 ± 1) ати, проходя через открытый пневмоклапан 7 и ЭПК 101, поступает в магистраль наддува бака Г. Прорвав мембрану 100, азот поступает в бак Г. Давление прорыва мембраны в сторону раскрытия (9 ± 1) ати.

После срабатывания пневмореле 45, 95, сигнализирующих о давлении $(2,4\pm 0,4)$ ати в баках О и Г, подается разрешающая команда на включение системы заполнения шахты ПЛ водой. После этого осуществляется одновременно наддув баков и заполнение шахты водой.

При достижении в баке О давления $(8,5\pm 0,8)$ ати срабатывает пневмореле 96, и снимает напряжение с ЭПК 5, 29, которые закрываются, прекращая наддув бака.

При достижении в баке Г давления $(8,5\pm 0,8)$ ати срабатывает пневмореле 46, снимая напряжение с ЭПК 6, 101, которые закрываются, прекращая наддув бака. Дублирование ПРД повышает надежность.

Величина давления наддува баков контролируется по манометрам 18, 19 при включенных ЭПК 29, 101.

Заданный уровень воды в воздушном колоколе поддерживается автоматически с помощью датчиков предельных уровней 62, 69 и электроавтоматики СПО (ЭПК 11 и пневмоклапан 14).

2.3. Работа ПГС изделия 4К-55

2.3.1. Работа ПГС изделия и СПО при пуске

По команде "Выстрел" подается напряжение на пиропатрон 99 пускового клапана 98. Пусковой клапан, срабатывая, пропускает воздух давлением 12,5 ати в ампульную батарею 32. Одновременно пусковой клапан герметично перекрывает магистраль наддува шланга 103 герметизации.

При нормальном напряжении, выдаваемой АБ, автоматически подается напряжение на пиропатрон 74 пусковой камеры 75.

При срабатывании пиропатрона 74 воспламеняется пороховой заряд пусковой камеры, продукты сгорания которого поступают в сопловой аппарат ТНА 77, раскручивая его ротор. Одновременно газы поступают в клапан входа О и Г 80

и 81, которые срабатывая, открывают доступ компонентам топлива в полости насосов ТНА. Под нарастающим давлением за насосами ТНА компоненты топлива поступают в камеры 63 и газогенераторы 44, 67, где происходит распыл, смешение и воспламенение компонентов.

Газы, вырабатываемые газогенератором 67, поступают в турбину. Под давлением газов, вырабатываемых газогенератором 44, прорывается мембрана мембранного узла 33 и и газы поступают в бак окислителя, обеспечивая его наддув. Давление прорыва мембраны в сторону открытия равно (15 ± 1) ати.

При превышении вертикальной силы, действующей на изделие над отрицательной плавучестью изделие начинает двигаться и после прохождения изделием определенного пути происходит отрыв колодок разъема 26, 105 и штепсельных разъемов. При этом разъемные клапаны 25,27,106,107 герметично перекрывают соответствующие магистрали изделия, а обратные клапаны 23, 24, 108, 109, герметично закрывают магистрали ПЛ.

2.3.2. Работа ПГС изделия в полете

При достижении в ресивере 85 давления горючего 60 ати срабатывает мембранный клапан 84, открывая доступ выхлопным газам ТНА в бак Г.

После выхода изделия из воды от временного механизма СУ (через 15 с с момента отрыва изделия) поступает команда на электродетонирующие устройства 39, 60, 71, 93 в результате чего бугели сбрасываются с борта изделия.

В процессе всего полета изделия на активном участке траектории насосы ТНА подают компоненты топлива в камеры и газогенераторы. Стабилизаторы 57 и 76 газогенератора 67 и камеры 63 поддерживают в заданных пределах соотношения секундных весовых расходов по газогенераторам и камерам путем изменения гидравлических сопротивлений магистралей горючего при изменении давления в магистралях окислителя. Регулятор 53 поддерживает в заданных пределах режим работы двигателя путем изменения расхода окислителя через газогенератор 67 ТНА. Вследствие этого изменяется число оборотов турбины.

На $(20 \pm 0,5)$ с с момента отрыва изделия от пускового устройства временным механизмом СУ подается команда на остановку газогенератора 44. По этой команде подается напряжение на пиропатроны 47, 52 отсечных клапанов 48, 51. Отсечные клапаны, срабатывая, перекрывают магистрали питания компонентами топлива газогенератор и последний прекращает работу.

При достижении скорости полета изделия, необходимое для обеспечения заданной дальности стрельбы, СУ выдает команду на остановку двигателя. Остановка двигателя осуществляется одновременной подачей напряжения на пиропатроны 72, 79. При этом отсечные клапаны О и Г 78, 73, срабатывая, перекрывают магистрали питания камер и газогенератора окислителем и горючим, а клапан 73, кроме того, сообщает магистраль горючего с атмосферой. Камера и газогенератор прекращают работу.

Через $(0,3\pm 0,1)$ с после команды на остановку двигателя подается команда на отделение ГЧ. По этой команде подается напряжение на пиропатроны 31 пироболтов 30. Пироболты, срабатывая, освобождают ГЧ от средней части изделия. Силой, создаваемой давлением воздуха $(1\pm 0,1)$ ати в приборном отсеке, головная часть отталкивается от средней части и продолжает полет к цели по неуправляемой баллистической траектории, Обтюратор 104 при отделении головной части препятствует мгновенному падению давления воздуха в приборном отсеке изделия и улучшает работу системы отделения.

2. 3.3. Работа ПГС изделия и СПО при АВД

Команда на АВД подается автоматически через $(1,65\pm 0,23)$ с с момента подачи напряжения на пиропатрон 74. АВД осуществляется одновременной подачей напряжения на пиропатроны 47, 52, 72, 79, 88. При этом отсечные клапаны 48, 51, 73, 78, срабатывая, перекрывают магистрали, по которым компоненты топлива поступают в камеры и газогенераторы 44, 67.

Мембранный узел 89, срабатывая, обеспечивает выход воздуха из колокола изделия, в результате чего последний заполняется водой.

КОМПОНЕНТЫ ТОПЛИВА

В качестве компонентов основного топлива взяты окислитель АК-27И и горючее ТГ-02.

Окислитель АК-27И представляет собой 24...28 %-ный раствор четырехоксида азота N_2O_4 в концентрированной азотной кислоте HNO_3 с небольшим добавлением йода для уменьшения коррозионной активности по отношению к углеродистым сталям.

По внешнему виду окислитель АК-27И при обычных условиях представляет собой тяжелую жидкость темно-вишневого цвета, сильно дымящую на воздухе, особенно при температуре выше $+15^\circ C$.

Окислитель АК-27И очень ядовит. Вдыхание его паров может привести к сильному отравлению. Предельно допустимая концентрация паров АК-27И в помещении при 8-часовом пребывании — 0,005 мг/л (при условии отсутствия окиси углерода). Попадание окислителя на кожу вызывает сильные, долго не заживающие ожоги. Поэтому работать с ним надо осторожно в защитном костюме и очках. При работе можно использовать изолирующий прибор ИП-46 и защитный прибор.

При попадании АК-27И на кожу необходимо немедленно промыть пораженное место раствором каустической соды.

Горючее ТГ-02 состоит из смеси двух веществ: ксилидина $(CH_3)_2 C_6H_3NH_2$ — 50% и триэтиламина $(C_2H_5)_3 N$ — 50%.

Продукт ТГ-02 не вызывает коррозии сталей и алюминиевых сплавов. При хранении стабилен, пожароопасен (как бензин). Мгновенно воспламеняется при соприкосновении с АК-27И. Токсичен. Предельно допустимая концентрация паров в помещении (при 2-часовой экспозиции): ксилидина — 0,003 мг/л, триэтиламина — 0,03 мг/л. Практически токсичную концентрацию измеряют по триэтиламину так как он во много раз летучее ксилидина и достигает предельно допустимой концентрации гораздо раньше. Отравление может наступить как при вдыхании паров продукта, так и при попадании его на кожу, так как он имеет свойство проникать сквозь кожу, не вызывая ожогов на коже. Поэтому работать с ним нужно осторожно и применять те же способы защиты, что при обращении с окислителем. При попадании его на кожу необходимо это место обмыть слабым раствором соляной кислоты, водой, а затем промыть с мылом. При попадании продукта в глаза промывать их слабым раствором (1%) борной кислоты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Описание ракетного оружия Р-13. Книга 1. Ракета Р-13.- М.: Военное издательство МО СССР, 1961.
2. Техническое описание комплекса ракетного оружия Д-4. Книга 1. Ракета Р-21.- М.: Военное издательство МО СССР, 1965.
3. Техническое описание комплекса ракетного оружия Д-4. Часть 3. Двигатель 4Д55.- М.: Военное издательство МО СССР, 1965.
4. Финкельштейн, Э. AutoCAD 2000. Библия пользователя.: Пер. с англ.- М.: Издательский дом «Вильямс», 2000.
5. ГОСТ 2.780-96 Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические.
6. ГОСТ 2.781-96 Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные.
7. ГОСТ 2.782-96 Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические.
8. ГОСТ 2.784-96 Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.
9. ГОСТ 2.785-96 Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
10. ГОСТ 2.793-79 Обозначения условные графические. Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств.
11. ГОСТ 2.701-84 Правила выполнения схем.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Элементная база ПГС в САПР

Пневмогидравлические схемы ДЛА изображаются с применением условных графических обозначений, установленных ГОСТами единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Использование условных графических обозначений позволяет упростить обозначения, сделать их однозначными, что повышает производительность труда проектировщика, облегчает чтение чертежей и снижает количество ошибок в документации.

При изображении элементов ПГС с применением правил ЕСКД на схеме показывается только ее состав и связи между элементами, но не компоновка изделия. Это позволяет выполнять проектирование ПГС на ЭВМ с использованием графических редакторов, что существенно повышает эффективность разработок систем различного назначения.

В настоящее время нет специального ГОСТа в котором была бы представлена элементная база агрегатов ракетной двигательной установки на жидком топливе, поэтому при разработке пневмогидравлических схем ЖРДУ пользуются следующими ГОСТами:

ГОСТ 2.780-96 Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические;

ГОСТ 2.781-96 Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные;

ГОСТ 2.782-96 Машины гидравлические и пневматические;

ГОСТ 2.784-96 Элементы трубопроводов;

ГОСТ 2.785-96 Арматура трубопроводная

ГОСТ 2.793-79 Элементы и устройства машин и аппаратов химических производств;

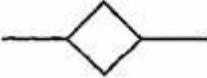
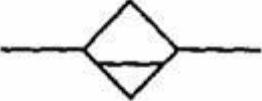
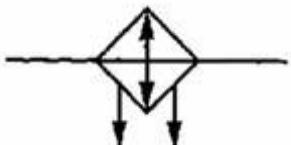
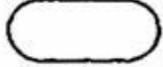
ГОСТ 2.701-84 Правила выполнения схем.

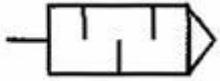
Следует заметить, что не все элементы ЖРДУ имеют обозначения в указанных ГОСТах. В таких случаях правила ЕСКД позволяют создавать новые обозначения агрегатов путем объединения нескольких известных элементов. Так, например, нет специального обозначения камеры сгорания. Однако, ее можно изобразить по правилам ЕСКД как агрегат, включающий несколько элементов (форсунки, система охлаждения), объединенных штрихпунктирной линией, контур которой может представлять характерный контур камеры сгорания.

Очевидно, что при разработке ПГС ЖРДУ необходимо прорисовывать каждый элемент ПГС в соответствии с требованиями ГОСТов в результате чего процесс разработки ПГС становится весьма трудоемким. Для повышения производительности труда проектировщика был создан шаблон для разработки ПГС ЖРДУ, содержащий электронную элементную базу наиболее употребительных агрегатов ЖРДУ на основе центра управления графического редактора AutoCAD. Наиболее употребительные элементы ПГС ЖРДУ приведены в приложении 2.

ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ГОСТОВ

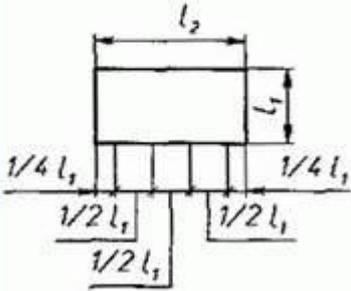
ГОСТ 2.780-96 КОНДИЦИОНЕРЫ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ, ЕМКОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ

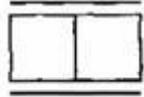
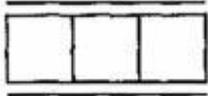
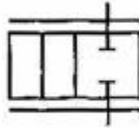
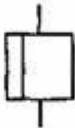
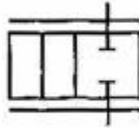
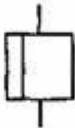
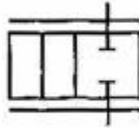
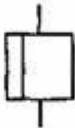
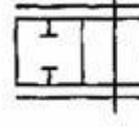
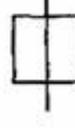
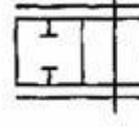
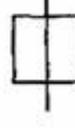
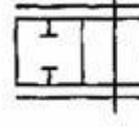
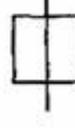
Наименование	Обозначение
1 Конденсатор рабочей среды:	
-общее обозначение	
-фильтр	
-влагоотделитель	
-воздухоосушитель	
-увлажнитель	
-подогреватель	
-охладитель без указания линий подвода и отвода окружающей среды	
-охладитель с указанием линий подвода и отвода охлаждающей среды	
-охладитель и подогреватель	
с давлением выше атмосферного:	
-общее обозначение	
с давлением ниже атмосферного:	

-общее обозначение	
3 Аккумулятор гидравлический или пневматический (изображается только вертикально)	
-гидравлический (без указания принципа действия)	
-грузовой гидравлический	
-пружинный гидравлический	
-пневмогидравлический	
5 Ресивер	
6 Пневмоглушитель	
7 Заливная горловина, воронка, заправочный штуцер и т. п.	

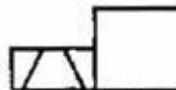
ГОСТ 2.781-96 АППАРАТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ, УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

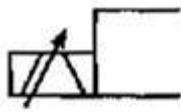
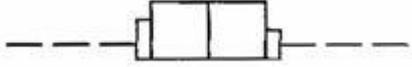
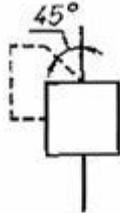
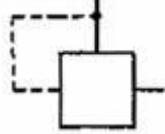
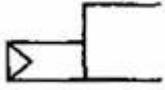
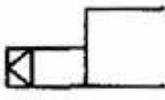
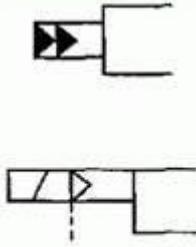
Наименование	Обозначение
1 Базовое обозначение: квадрат (предпочтительно) и прямоугольник	

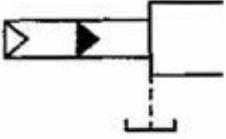
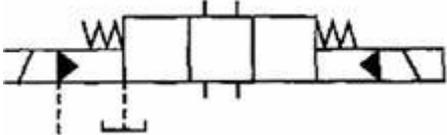
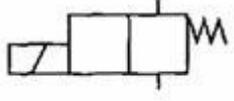
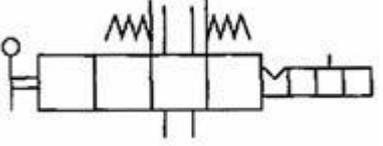
<p>2 Обозначения гидро-и пневмоаппаратов составляют из одного или двух и более квадратов (прямоугольников), примыкающих друг к другу, один квадрат (прямоугольник) соответствует одной дискретной позиции</p>	
<p>3 Линии потока, места соединений, стопоры, седельные затворы и сопротивления изображают соответствующими обозначениями в пределах базового обозначения:</p>	
<p>-линии потока изображают линиями со стрелками, показывающими направления потоков рабочей среды в каждой позиции</p>	
<p>-места соединений выделяют точками</p>	
<p>-закрытый ход в позиции распределителя</p>	
<p>-линии потока с дросселированием</p>	
<p>4 Рабочую позицию можно наглядно представить, перемещая квадрат (прямоугольник) таким образом, чтобы внешние линии совпали с линиями потока в этих квадратах (прямоугольниках)</p>	
<p>5 Внешние линии обычно изображают через равные интервалы, как показано. Если имеет место только одна внешняя линия с каждой стороны, то она должна примыкать к середине квадрата (прямоугольника)</p>	<p>Certification in Russia http://stroyinf.ru</p> 
<p>6 Переходные позиции могут быть обозначены, если это необходимо, как показано, прерывистыми линиями между смежными рабочими позициями, изображенными сплошными линиями</p>	

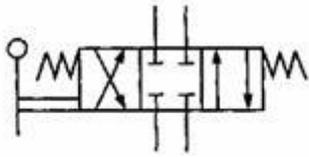
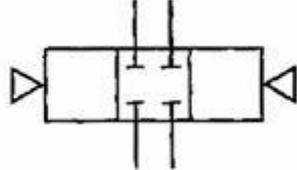
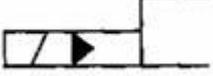
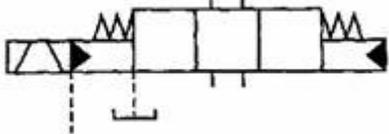
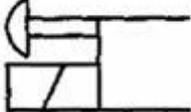
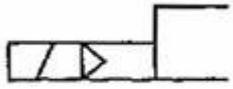
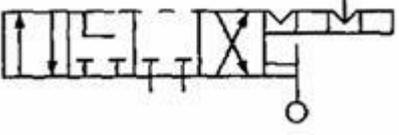
<p>7 Аппараты с двумя или более характерными рабочими позициями и с бесчисленным множеством промежуточных позиций с изменяемой степенью дросселирования изображают двумя параллельными линиями вдоль длины обозначения, как показано. Для облегчения вычерчивания эти аппараты можно изображать только упрощенными обозначениями, приведенными ниже. Для составления полного обозначения должны быть добавлены линии потоков:</p>	<p>Две крайние позиции</p>  <p>С центральной (нейтральной) позицией</p> 		
<p>-двухлинейный, нормально закрытый, с изменяющимся проходным сечением</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="970 667 1225 875"> <p><i>Детальное</i></p>  </td> <td data-bbox="1225 667 1458 875"> <p><i>Упрощенное</i></p>  </td> </tr> </table>	<p><i>Детальное</i></p> 	<p><i>Упрощенное</i></p> 
<p><i>Детальное</i></p> 	<p><i>Упрощенное</i></p> 		
<p>-двухлинейный, нормально открытый, с изменяющимся проходным сечением</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="970 875 1225 1048">  </td> <td data-bbox="1225 875 1458 1048">  </td> </tr> </table>		
			
<p>-трехлинейный, нормально открытый, с изменяющимся проходным сечением</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="970 1048 1225 1209">  </td> <td data-bbox="1225 1048 1458 1209">  </td> </tr> </table>		
			

Общие правила построения условных графических обозначений устройств управления

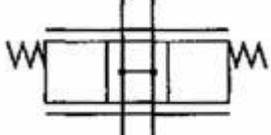
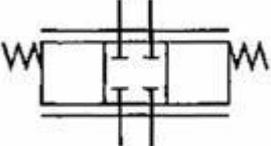
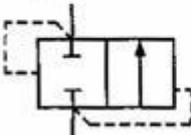
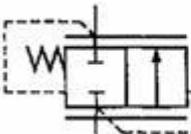
Наименование	Обозначение
<p>1 Обозначения управления аппаратом могут быть вычерчены в любой удобной позиции с соответствующей стороны базового обозначения аппарата</p>	
<p>2 Обозначение элементов мускульного и механического управления по ГОСТ 2.721</p>	
<p>3 Линейное электрическое устройство, например, электромагнит (изображение электрических линий необязательно):</p>	
<p>-с одной обмоткой, одностороннего действия</p>	
<p>-с двумя противодействующими обмотками в одном узле, двухстороннего действия</p>	

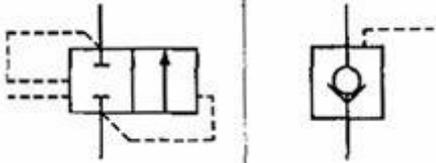
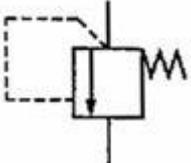
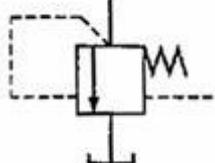
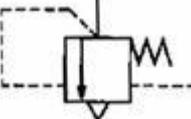
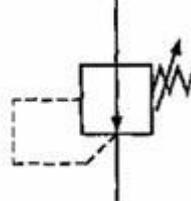
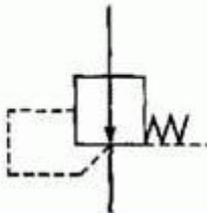
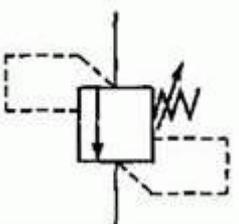
<p>-с двумя противодействующими обмотками в одном узле, каждая из которых способна работать попеременно в рабочем режиме, двухстороннего действия</p>	
<p>4 Управление подводом или сбросом давления</p>	
<p>4.1 Прямое управление:</p>	
<p>-воздействие на торцовую поверхность (может быть осуществлено подводом или сбросом давления)</p>	
<p>-воздействие на торцовые поверхности разной площади (если необходимо, соотношение площадей может быть указано в соответствующих прямоугольниках)</p>	
<p>-внутренняя линия управления (канал управления находится внутри аппарата)</p>	
<p>-наружная линия управления (канал управления находится снаружи аппарата)</p>	
<p>4.2 Пилотное управление (непрямое управление):</p>	
<p>-с применением давления газа в одноступенчатом пилоте (с внутренним подводом потока, без указания первичного управления)</p>	
<p>-со сбросом давления</p>	
<p>-с применением давления жидкости в двухступенчатом пилоте последовательного действия (с внутренним подводом потока управления и дренажом, без указания первичного управления) -двухступенчатое управление, например, электромагнит и одноступенчатый, пневматический пилот (наружный подвод потока управления)</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  <p style="font-size: small; margin-top: 5px;">Certification in Russia http://stroyinf.ru</p> </div>

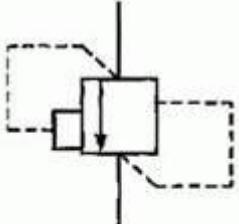
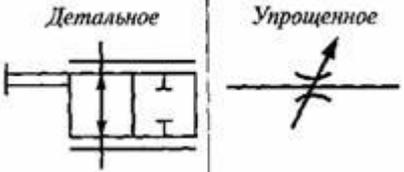
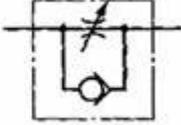
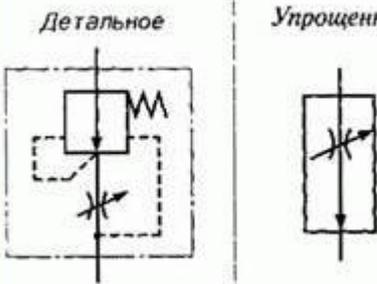
<p>-двухступенчатое управление, например, пневмогидравлический пилот и последующий гидравлический пилот (внутренний подвод потока управления, наружный дренаж из гидропилота без указания первичного управления)</p>	
<p>-двухступенчатое управление, например, электромагнит и гидравлический пилот (центрирование главного золотника пружиной; наружные подвод потока управления и дренаж)</p>	
<p>4.3 Наружная обратная связь (соотношение заданного и измеренного значений контролируемого параметра регулируется вне аппарата)</p>	
<p>4.4 Внутренняя обратная связь (механическое соединение между перемещающейся частью управляемого преобразователя энергии и перемещающейся частью управляющего элемента изображено с использованием линии механической связи; соотношение заданного и измеренного значений контролируемого параметра регулируется внутри аппарата)</p>	
<p>4.5 Применение обозначений механизмов управления в полных обозначениях аппаратов:</p>	
<p>-обозначения механизмов управления одностороннего действия изображают рядом с обозначением устройства, которым они управляют, таким образом, чтобы сила воздействия механизма мысленно перемещала обозначение устройства в другую позицию</p>	
<p>-для аппаратов с тремя или более позициями управление внутренними позициями может быть пояснено расширением внутренних границ вверх или вниз и прибавлением к ним соответствующих обозначений механизмов управления</p>	

<p>-обозначения механизмов управления для средней позиции трехпозиционных аппаратов могут быть изображены с внешней стороны крайних квадратов (прямоугольников), если это не нарушит понимания обозначения</p>	
<p>-если механизм управления является центрирующим с помощью давления в нейтральной позиции, то изображают два отдельных треугольника по обеим внешним сторонам</p>	
<p>-внутренний пилот и дренажные линии аппаратов с непрямым управлением обычно не включают в упрощенные обозначения</p>	
<p>-если имеется один наружный пилот и/или одна дренажная линия в гидроаппаратах с непрямым управлением, то их показывают только с одного конца упрощенного обозначения. Дополнительный пилот и/или дренаж должны быть изображены на другом конце. На обозначениях, нанесенных на устройство, должны быть указаны все внешние связи</p>	
<p>-при параллельном управлении (ИЛИ) обозначения механизмов управления показывают рядом друг с другом: например, электромагнит или нажимная кнопка независимо воздействуют на аппарат</p>	
<p>-при последовательном управлении (И) обозначения ступени последовательного управления показывают в линию, например, электромагнит приводит в действие пилот, который приводит в действие основной аппарат</p>	
<p>-фиксатор изображают количеством позиций и в порядке, соответствующем позициям управляемого элемента; выемки показаны только в тех позициях, в которых происходит фиксация. Черточку, показывающую фиксатор, изображают в соответствии с начерченной позицией аппарата</p>	

Примеры построения условных графических обозначений аппаратов

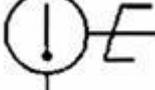
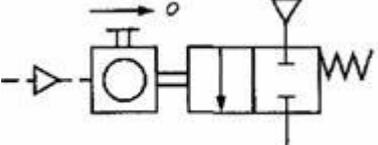
Наименование	Обозначение
<p>1 Распределитель 2/2 (в сокращенных записях распределители обозначают дробью, в числителе которой цифра показывает число основных линий, т.е. исключая линии управления и дренажа, в знаменателе-число позиций)</p>	
<p>-запорный двухлинейный, двухпозиционный с мускульным управлением</p>	
<p>2 Распределитель 3/2 Трехлинейный, двухпозиционный, переход через промежуточную позицию, управление электромагнитом и возвратной пружиной</p>	
<p>3 Распределитель 5/2 Пятилинейный, двухпозиционный, управление давлением в двух направлениях</p>	
<p>5 Дросселирующий распределитель</p>	
<p>-четырёхлинейный, две характерные позиции, одна нейтральная позиция, пружинное центрирование, бесконечный ряд промежуточных позиций</p>	
<p>-с открытым центром все линии в нейтральной позиции сообщены</p>	
<p>-с закрытым центром все линии в нейтральной позиции закрыты</p>	
<p>6 Клапан обратный:</p>	
<p>-без пружины; открыт, если давление на входе выше давления на выходе</p>	<p>Детальное</p>  <p>Упрощенное</p> 
<p>-с пружиной; открыт, если давление на входе выше давления на выходе плюс давление пружины</p>	<p>Детальное</p>  <p>Упрощенное</p> 

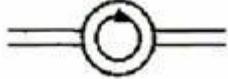
<p>7 Клапан обратный с поджимом рабочей средой, управление рабочей средой позволяет закрывать клапан без возвратной пружины</p>	
<p>14 Клапан напорный (предохранительный или переливной)</p>	
<p>-прямого действия</p>	
<p>-прямого действия-с дистанционным управлением гидравлический</p>	
<p>-прямого действия-с дистанционным управлением пневматический</p>	
<p>15 Клапан редукционный: одноступенчатый, нагруженный пружиной</p>	
<p>-с дистанционным управлением</p>	<p>Certification in Russia http://stroyinf.ru</p> 
<p>16 Клапан разности давлений</p>	<p>Certification in Russia http://stroyinf.ru</p> 

<p>17 Клапан соотношения давлений</p>	<p>Certification in Russia http://stroyinf.ru</p> 
<p>20 Дроссель регулируемый Без указания метода регулирования или положения запорно-регулирующего элемента, обычно без полностью закрытой позиции</p>	<p><i>Детальное</i> <i>Упрощенное</i></p> 
<p>22 Вентиль Без указания метода регулирования или положения запорно-регулирующего элемента, но обычно с одной, полностью закрытой позицией</p>	
<p>23 Дроссель с обратным клапаном С переменным дросселированием, со свободным проходом потока в одном направлении, но дросселированием потока в другом направлении</p>	
<p>24 Регуляторы расхода Значение расхода на выходе стабилизируется вне зависимости от изменения температуры и/или давления на входе (стрелка на линии потока в упрощенном обозначении обозначает стабилизацию расхода по давлению):</p>	
<p>-регулятор расхода двухлинейный с изменяемым расходом на выходе</p>	<p><i>Детальное</i> <i>Упрощенное</i></p>  <p>Certification in Russia http://stroyinf.ru</p>

Примечание: предпочтительно использовать упрощенное обозначение

Примеры построения условных графических обозначений контрольно-измерительных приборов

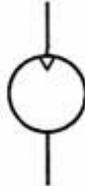
Наименование	Обозначение
1 Указатель давления	
2 Манометр	
3 Манометр, дающий электросигнал (электроконтактный)	
4 Манометр дифференциальный	
9 Термометр	
10 Термометр электроконтактный	
14 Счетчик импульсов с ручной установкой на нуль, с пневматическим выходным сигналом	
15 Указатель уровня жидкости (изображается только вертикально)	
16 Указатель расхода	
17 Расходомер	
18 Расходомер интегрирующий	

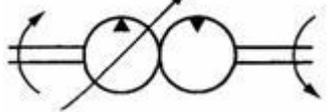
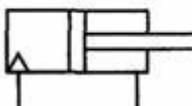
19 Тахометр	
20 Моментомер (измеритель крутящего момента)	
21 Гигрометр	

ГОСТ 2.782-96 МАШИНЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ

Таблица 1

Наименование	Обозначение
1. Насос нерегулируемый: -с нереверсивным потоком	
-с реверсивным потоком	
2. Насос регулируемый: -с нереверсивным потоком	
-с реверсивным потоком	
7. Гидромотор нерегулируемый: -с нереверсивным потоком	

Наименование	Обозначение
-с реверсивным потоком	
9. Поворотный гидродвигатель	
10. Компрессор	
11. Пневмомотор нерегулируемый: -с нереверсивным потоком	
-с реверсивным потоком	
12. Пневмомотор регулируемый: -с нереверсивным потоком	
-с реверсивным потоком	
13. Поворотный пневмодвигатель	

Наименование	Обозначение
14. Насос-мотор нерегулируемый: -с одним и тем же направлением потока	
-с реверсивным направлением потока	
-с любым направлением потока	
15. Насос-мотор регулируемый: -с одним и тем же направлением потока	
-с реверсивным направлением потока	
17. Объемная гидropередача: -с нерегулируемым насосом и мотором, с одним направлением потока и одним направлением вращения	
-с регулируемым насосом, с реверсивным потоком, с двумя направлениями вращения с изменяемой скоростью	
-с нерегулируемым насосом и одним направлением вращения	
18. Цилиндр одностороннего действия: -поршневой без указания способа возврата штока, пневматический	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p><i>Детальное</i></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><i>Упрощенное</i></p>  </div> </div>

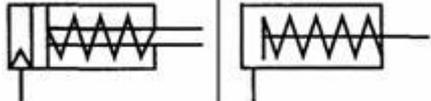
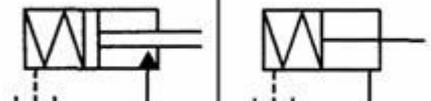
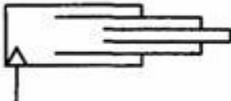
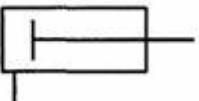
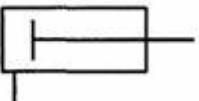
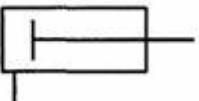
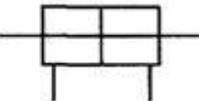
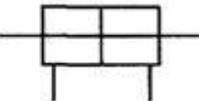
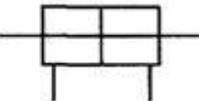
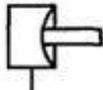
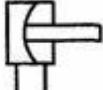
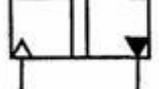
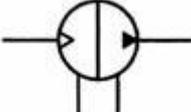
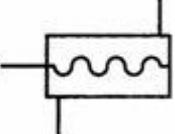
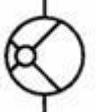
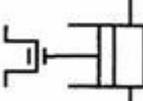
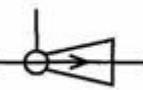
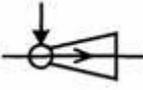
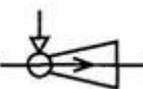
Наименование	Обозначение				
-поршневой с возвратом штока пружиной, пневматический					
-поршневой с выдвижением штока пружиной, гидравлический					
-плунжерный					
-телескопический с односторонним выдвижением, пневматический					
19. Цилиндр двухстороннего действия: -с односторонним штоком, гидравлический	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"><i>Детальное</i></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;"><i>Упрощенное</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	<i>Детальное</i>	<i>Упрощенное</i>		
<i>Детальное</i>	<i>Упрощенное</i>				
					
-с двухсторонним штоком, пневматический	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>				
					
-телескопический с односторонним выдвижением, гидравлический					
25. Цилиндр мембранный: -одностороннего действия					
-двухстороннего действия					
26. Пневмогидравлический вытеснитель с разделителем: -поступательный					
-вращательный					

Таблица 2

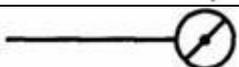
Наименование	Обозначение
1. Насос ручной	
2. Насос шестеренный	
3. Насос винтовой	
4. Насос пластинчатый	
5. Насос радиально-поршневой	
6. Насос аксиально-поршневой	
7. Насос кривошипный	
8. Насос лопастной центробежный	
9. Насос струйный:	
-общее обозначение	
-с жидкостным внешним потоком	
-с газовым внешним потоком	
10. Вентилятор:	
-центробежный	
-осевой	

ГОСТ 2.784-96 ЭЛЕМЕНТЫ ТРУБОПРОВОДОВ

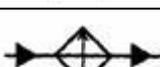
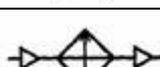
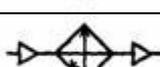
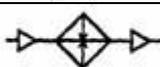
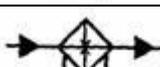
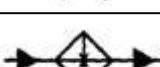
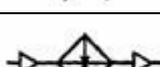
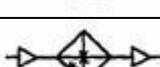
Наименование	Обозначение
1. Трубопровод: -линии всасывания, напора, слива	
-линии управления, дренажа, выпуска воздуха, отвода конденсата	
2. Соединение трубопроводов	
3. Пересечение трубопроводов без соединения	
4. Место присоединения (для отбора энергии или измерительного прибора): -несоединенное (закрыто)	
-соединенное	
5. Трубопровод с вертикальным стояком	
6. Трубопровод гибкий, шланг	
7. Изолированный участок трубопровода	
8. Трубопровод в трубе (футляре)	
9. Трубопровод в сальнике	
10. Соединение трубопроводов разъемное: -общее обозначение	
-фланцевое	
-штуцерное резьбовое	

Наименование	Обозначение
-муфтовое резьбовое	
-муфтовое эластичное	
-фланцевое	
-штуцерное резьбовое	
-муфтовое резьбовое	
-муфтовое эластичное	
13. Конец трубопровода с заглушкой (пробкой):	
-общее обозначение	
-фланцевый	
-резьбовой	
14. Детали соединений трубопроводов :	
-тройник	
-крестовина	
17. Быстроразъемное соединение без запорного элемента (соединенное или разъединенное)	
18. Быстроразъемное соединение с запорным элементом (соединенное и разъединенное)	
19. Компенсатор* :	
-общее обозначение	
-П-образный	
-лирообразный	
-линзовый	
-волнистый	
-Z-образный	

Наименование	Обозначение
-сильфонный	
-кольцеобразный	
-телескопический	
20. Вставка*:	
-амортизационная	
-звукоизолирующая	
-электроизолирующая	
21. Место сопротивления с расходом:	
-зависящим от вязкости рабочей среды	
-не зависящим от вязкости рабочей среды (шайба дроссельная, сужающее устройство расходомерное, диафрагма)	
22. Опора трубопровода:	
-неподвижная	
-подвижная (общее обозначение)	
-шариковая	
-направляющая	
-скользящая	
-катковая	
-упругая	
23. Подвеска:	
-неподвижная	
-направляющая	
-упругая	
24. Гаситель гидравлического удара	

Наименование	Обозначение
25. Мембрана прорыва	
26. Форсунка	
27. Заборник воздуха из атмосферы	
28. Заборник воздуха от двигателя	
29. Присоединительное устройство к другим системам (испытательным, промывочным машинам, кондиционерам рабочей среды и т. п.)	

ГОСТ 2.793-79 ЭЛЕМЕНТЫ И УСТРОЙСТВА МАШИН И АППАРАТОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Наименование	Обозначение аппарата	
	для жидкости	для воздуха (газа)
1. Аппараты теплообменные:		
а) с естественным охлаждением		
б) с принудительным охлаждением:		
жидкостью		
воздухом (газом)		
вентилятором		
впрыском		
2. Подогреватели		
а) с естественным обогревом		
б) с принудительным обогревом:		
жидкостью		
воздухом (газом)		
электрическим током		
впрыском		

Наименование	Обозначение аппарата	
	для жидкости	для воздуха (газа)
3. Терморегуляторы, работающие в переменном режиме подвода и отвода тепла от рабочей среды. (Подвод и отвод тепла изображают аналогично приведенным выше примерам)		
4. Конденсаторы: а) с естественным охлаждением		
б) с принудительным охлаждением: жидкостью		
воздухом (газом)		
вентилятором		
5. Маслораспылители		
6. Увлажнители воздуха (газа)		
7. Аппараты выпарные: а) выпариватели с естественным обогревом		
б) выпариватели с принудительным обогревом: жидкостью		
воздухом (газом)		
электрическим током		
впрыском		

Наименование	Обозначение аппарата	
	для жидкости	для воздуха (газа)
в) испарители с естественным обогревом		
г) испарители с принудительным обогревом: жидкостью		
воздухом (газом)		
электрическим током		
впрыском		
9а. Влагоотделитель: с ручным спуском		
с автоматическим спуском		
9б. Воздухосушитель		
10. Аппараты сушильные: а) воздушные (газовые)		
б) вакуумные		
19. Смесители: а) газовый		
б) жидкостный		
в) жидкости и газа		

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Изделие 4К-50.....	3
1.1. ПГС двигательной установки изделия 4К-50.....	5
1.1.1. Основные системы ДУ.....	5
1.1.2. Основные элементы ПГС.....	10
2. Некоторые специальные системы, обслуживающие комплекс 4К-501.....	13
1.2.1. Система предварительного и предстартового наддува.....	13
1.2.2. Предварительный наддув баков изделия.....	14
1.2.3. Заправка воздушных баллонов воздухом.....	15
1.2.4. Предстартовый наддув баков изделия.....	15
1.2.5. Пневмоблок.....	16
1.3. Работа ПГС изделия 4К-50.....	16
1.3.1. Проверка герметичности ПГС изделия и целостности мембран.....	16
1.3.2. Заправка ДУ компонентами топлива.....	16
1.3.3. Установка изделия на подводной лодке и предварительный наддув баков.....	18
1.3.4. Предстартовая подготовка ПГС изделия.....	18
1.3.5. Работа ПГС при старте.....	20
1.3.6. Работа ДУ в полете.....	21
1.3.7. Аварийное выключение двигателя.....	22
Глава 2. Изделие 4К-55.....	23
2.1. Состав ПГС и системы предстартового обслуживания.....	25
2.2. Подготовка ПГС и СПО к пуску изделия.....	32
2.2.1. Подготовка ПГС перед подачей изделия в шахту ПЛ.....	32
2.2.2. Подготовка СПО и систем ПЛ к приему изделия.....	33
2.2.3. Предстартовая подготовка ПГС изделия и СПО.....	33
2.3. Работа ПГС изделия 4К-55.....	34
2.3.1. Работа ПГС изделия и СПО при пуске.....	34
2.3.2. Работа ПГС изделия в полете.....	35
2.3.3. Работа ПГС изделия и СПО при АВД.....	36
Компоненты топлива.....	37
Библиографический список.....	38
Приложения	
Приложение 1. Элементная база ПГС и САПР.....	39
Приложение 2. Извлечения из ГОСТов.....	40