

УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВНОКОМАНДУЮЩЕГО
ВОЕННО-ВОЗДУШНЫМИ СИЛАМИ

**АВИАЦИОННЫЕ
ТУРБОРЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ
РД-45Ф и РД-45ФА**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ



УПРАВЛЕНИЕ ГЛАВНОКОМАНДУЮЩЕГО
ВОЕННО-ВОЗДУШНЫМИ СИЛАМИ

АВИАЦИОННЫЕ
ТУРБОРЕАКТИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ
РД-45Ф и РД-45ФА

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

Орден Трудового Красного Знамени
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ СССР
МОСКВА — 1971

В настоящей книге приведено техническое описание конструкции авиационных двигателей РД-45Ф и РД-45ФА увеличенного ресурса и агрегатов, устанавливаемых на этих двигателях.

Данная книга является переизданием книги «Авиационные турбореактивные двигатели РД-45Ф и РД-45ФА, техническое описание», Оборонгиз, 1957 г., без внесения в ее текст каких-либо дополнений, связанных с изменениями конструкции, а также с изданием бюллетеней, указаний и регламентов.

С выходом в свет настоящей книги вышеуказанная книга «Авиационные турбореактивные двигатели РД-45Ф и РД-45ФА, техническое описание», Оборонгиз, 1957 г., не утрачивает силы.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДВИГАТЕЛЕ РД-45Ф

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Авиационный двигатель РД-45Ф (рис. 1—4) является турбореактивным двигателем, который состоит из:

- переднего и заднего входных устройств;
- одноступенчатого центробежного компрессора;
- деяти одиночных прямооточных камер сгорания;
- одноступенчатой газовой турбины;
- реактивного сопла;
- приводов агрегатов двигателя и самолета;
- систем охлаждения, смазки и питания топливом двигателя;
- электростартера.

Тяга двигателя РД-45Ф создается реакцией струи газов, выбрасываемых с большой скоростью из реактивного насадка. Энергия для вращения колеса турбины и создания тяги получается при сгорании жидкого топлива (керосина) в девяти камерах сгорания, в которые воздух, необходимый для горения, поступает из компрессора.

Поджатие воздуха происходит в компрессоре (рис. 5), соединенном с турбиной посредством вала, установленного на трех подшипниках.

На самолете двигатель устанавливается в капоте обтекаемой формы, имеющем отверстия спереди — для входа воздуха и сзади — для размещения реактивной трубы и удлинительной трубы, на конце которой расположено реактивное сопло (сопловой насадок).

Агрегаты двигателя (см. рис. 3 и рис. 6) смонтированы на коробках приводов и маслонасосов, расположенных в его передней части, и приводятся в действие посредством системы приводов от переднего вала колеса компрессора.

Топливо в двигатель подается из самолетных баков через кран и фильтр низкого давления к двум параллельно включенным топливным насосам высокого давления. Насосы имеют ограничители предельных чисел оборотов.

Изменение подачи топлива в зависимости от изменения высоты и скорости полета и от изменения атмосферных условий осуществляется барометрическим регулятором, соединенным с топливными насосами.

Насосы высокого давления подают топливо к дроссельному крану, при помощи которого летчик вручную управляет числом оборотов двигателя.

Из дроссельного крана топливо поступает сначала в распределитель топлива, а затем через топливные коллекторы — к двухканальным рабочим форсункам, установленным в камерах сгорания.

В распределителе топлива смонтированы стоп-кран, предназначенный для останова двигателя, и клапан распределения топлива по магистралям форсунок.

Основным масляным резервуаром двигателя является коробка маслонасосов, установленная в нижней части коробки приводов. Здесь же установлен масляный насос шестеренчатого типа с нагнетающей и откачивающей ступенями. Масло из коробки маслонасосов через сетчатый фильтр низкого давления подается нагнетающей ступенью масляного насоса в фильтр высокого давления и дальше в распределительный канал коробки приводов, где поток масла разделяется. Часть масла идет к коробке приводов и к переднему подшипнику, а остальное — к среднему и заднему подшипникам.

Отработанное масло из переднего подшипника и коробки приводов стекает в коробку маслонасосов, а из среднего и заднего подшипников откачивается откачивающей ступенью насоса через второй сетчатый фильтр низкого давления.

Для уменьшения утечки масла подшипники снабжены лабиринтными уплотнениями; к уплотнению переднего подшипника из полости за компрессором подводится сжатый воздух, который предотвращает утечку масла в зону низкого давления воздуха на входе в компрессор.

Для охлаждения заднего подшипника, диска турбины и барабана газосборника, а также для повышения давления воздуха в корпусах среднего и заднего подшипников (с целью уменьшения утечки масла) применен центробежный вентилятор, крыльчатка которого установлена на заднем вале колеса компрессора.

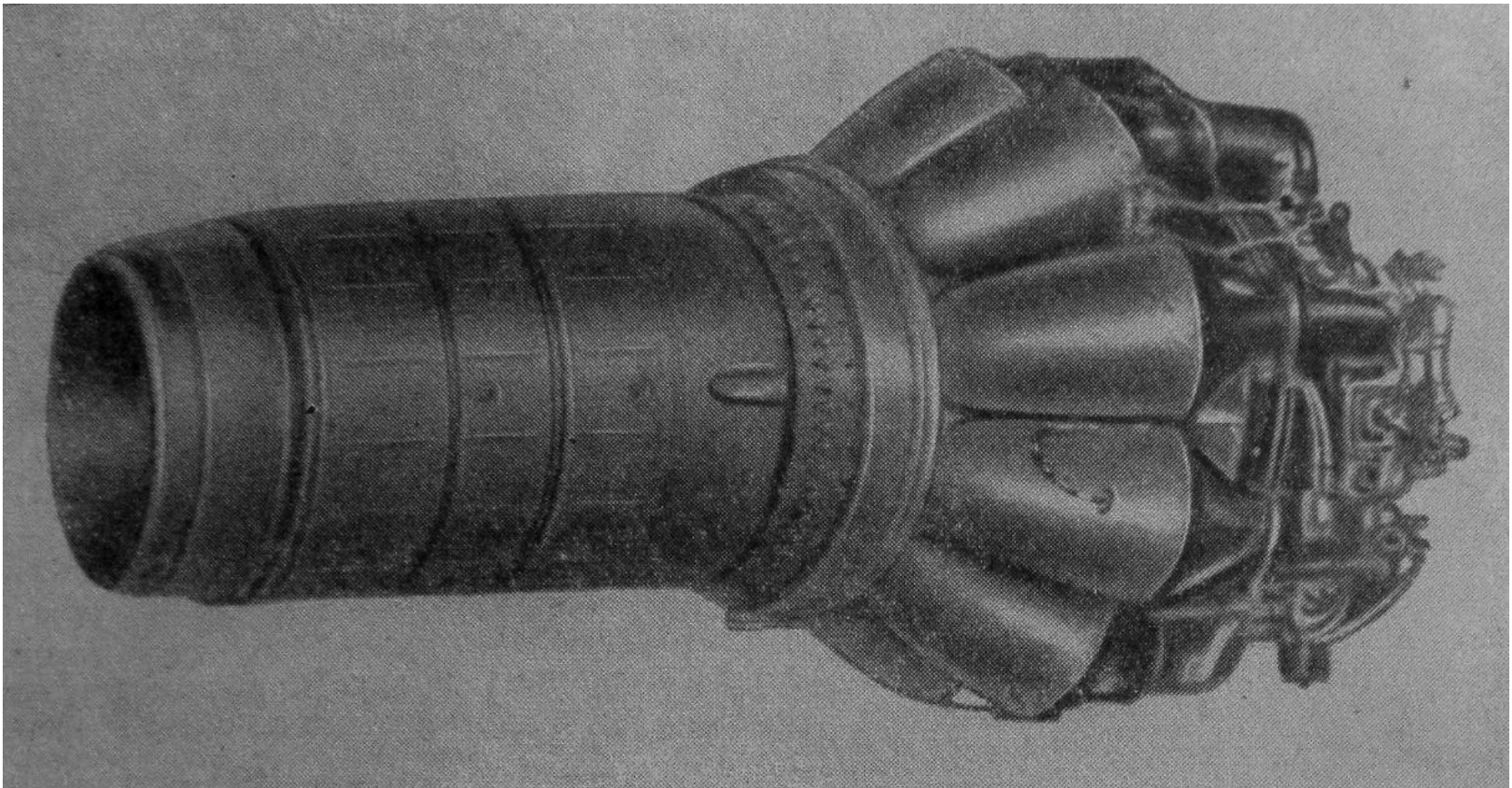


Рис. 1. Реактивный двигатель РД-45Ф (вид справа)

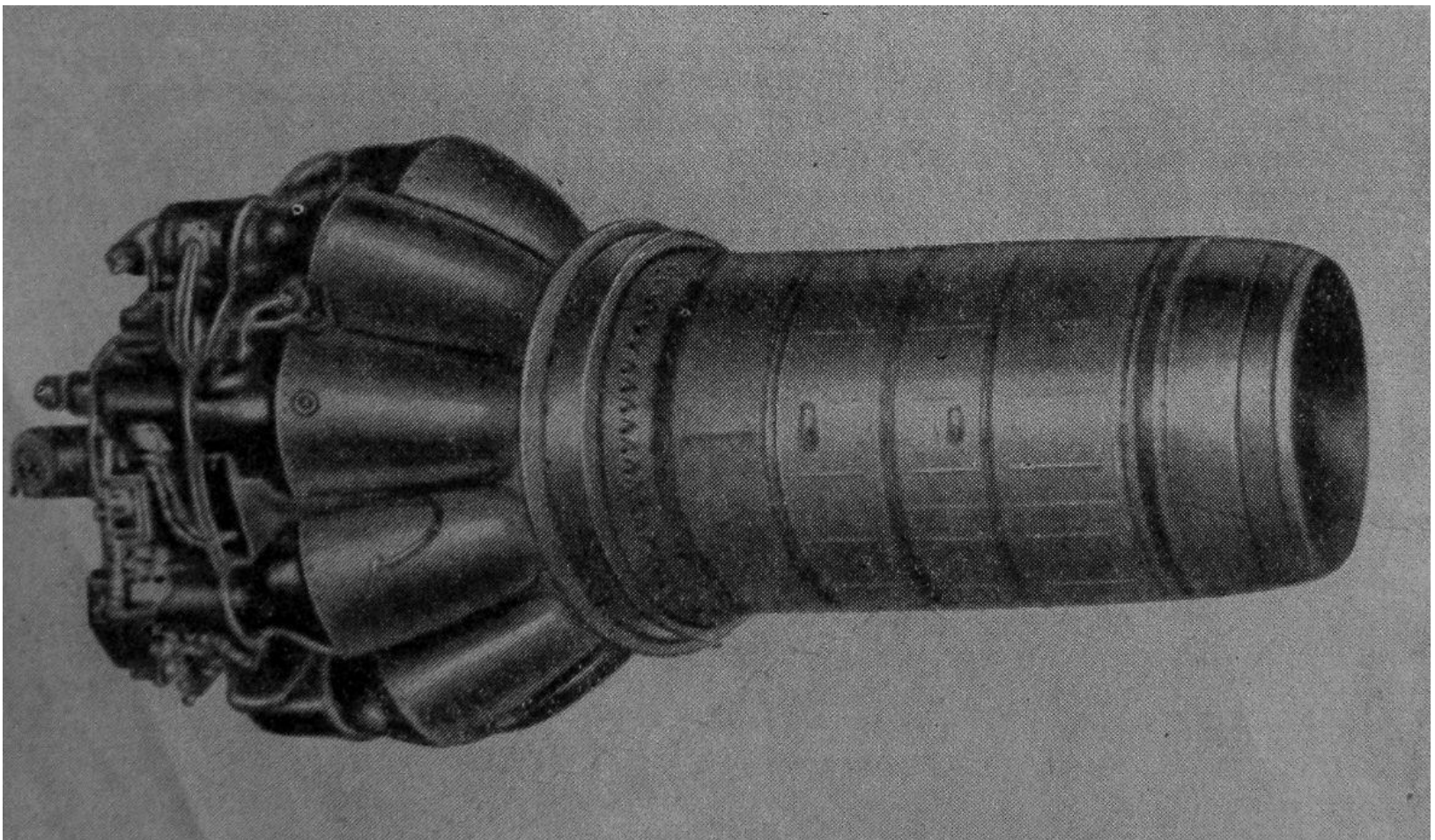


Рис. 2. Реактивный двигатель РД-45Ф (вид слева)

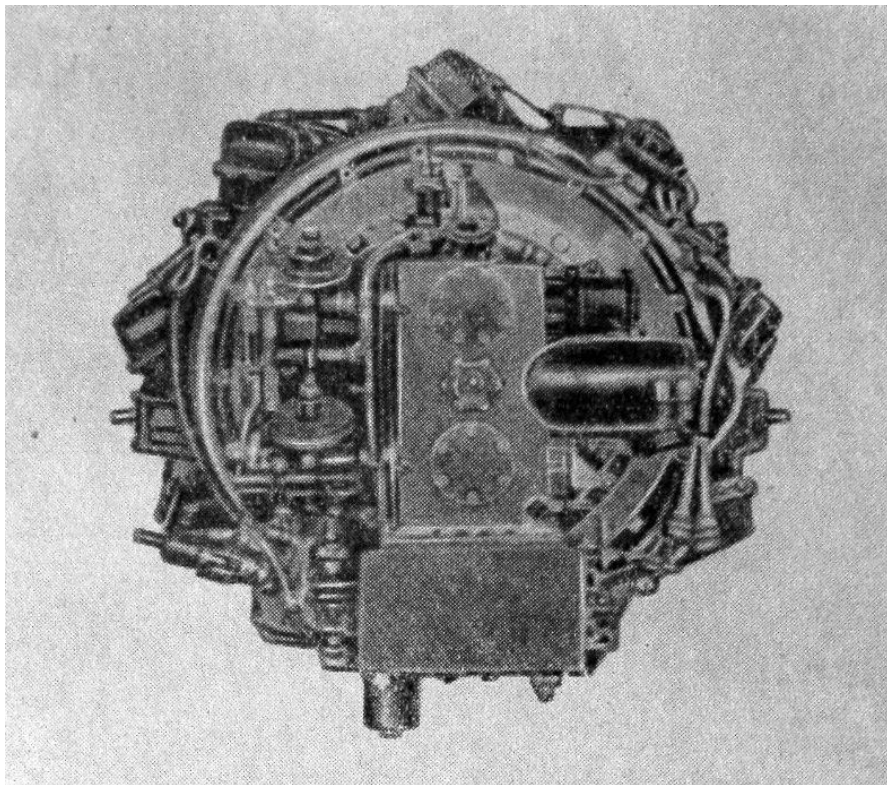


Рис. 3. Реактивный двигатель РД-45Ф (вид спереди)

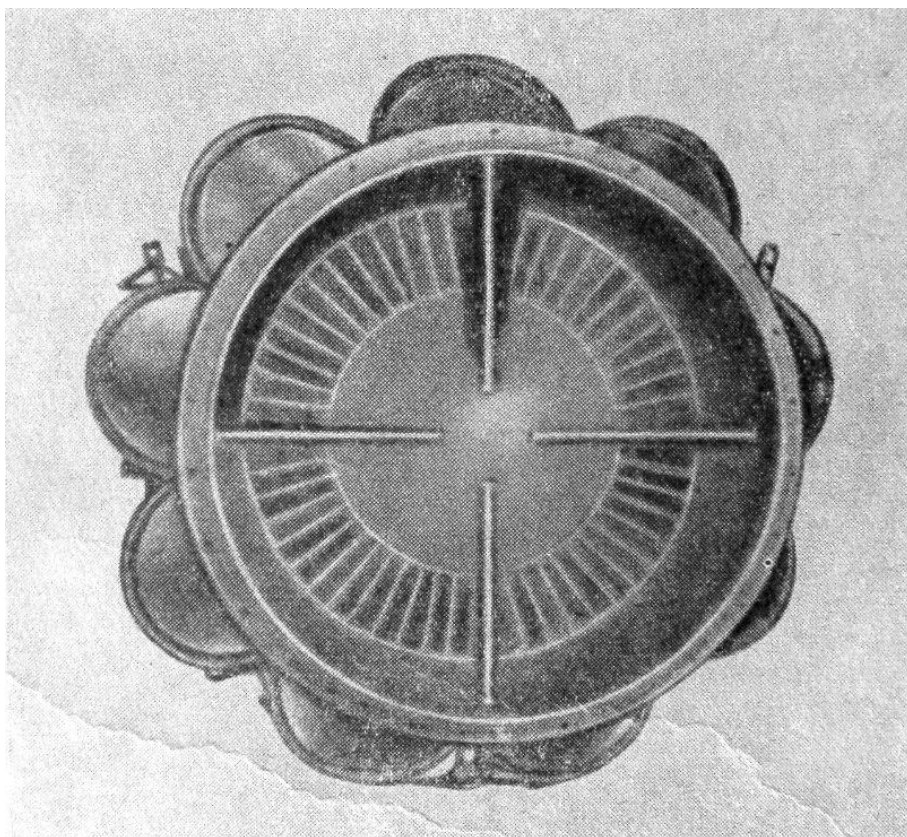


Рис. 4. Реактивный двигатель РД-45Ф (вид сзади)

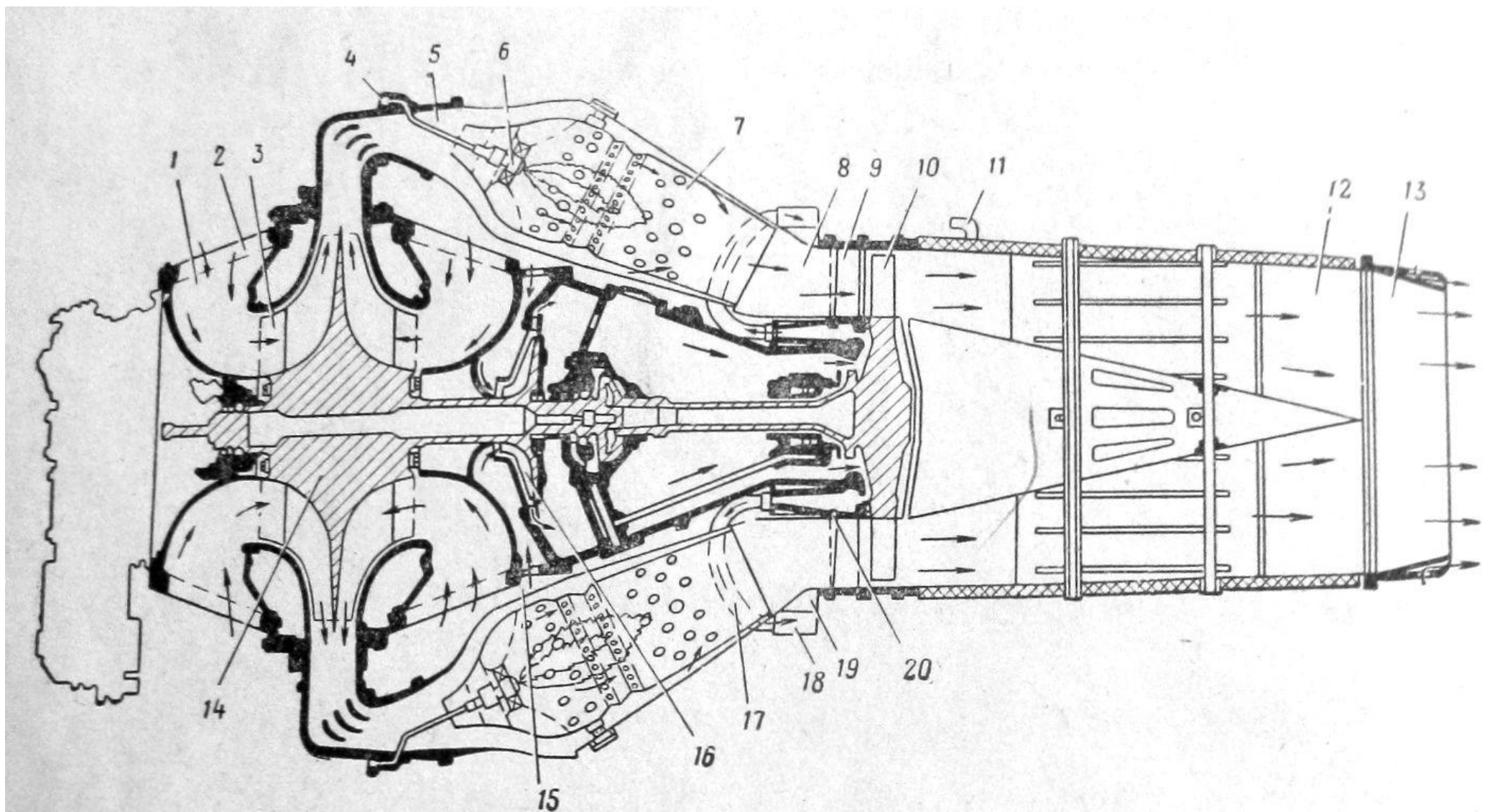


Рис. 5. Схема воздушно-газового потока двигателя:

1 — вход воздуха; 2 — входной патрубок; 3 — заборник передний; 4 — подвод топлива к форсунке; 5 — выходной патрубок; 6 — рабочая форсунка; 7 — камера сгорания; 8 — патрубок газосборника; 9 — сопловой аппарат; 10 — колесо турбины; 11 — отвод воздуха для подогрева вооружения; 12 — реактивная труба; 13 — реактивный насадок; 14 — колесо компрессора; 15 — вход воздуха в вентилятор; 16 — колесо вентилятора; 17 — воздушная труба; 18 — воздушный патрубок; 19 — воздухоотводящая коробка; 20 — козырек обдува диска колеса турбины

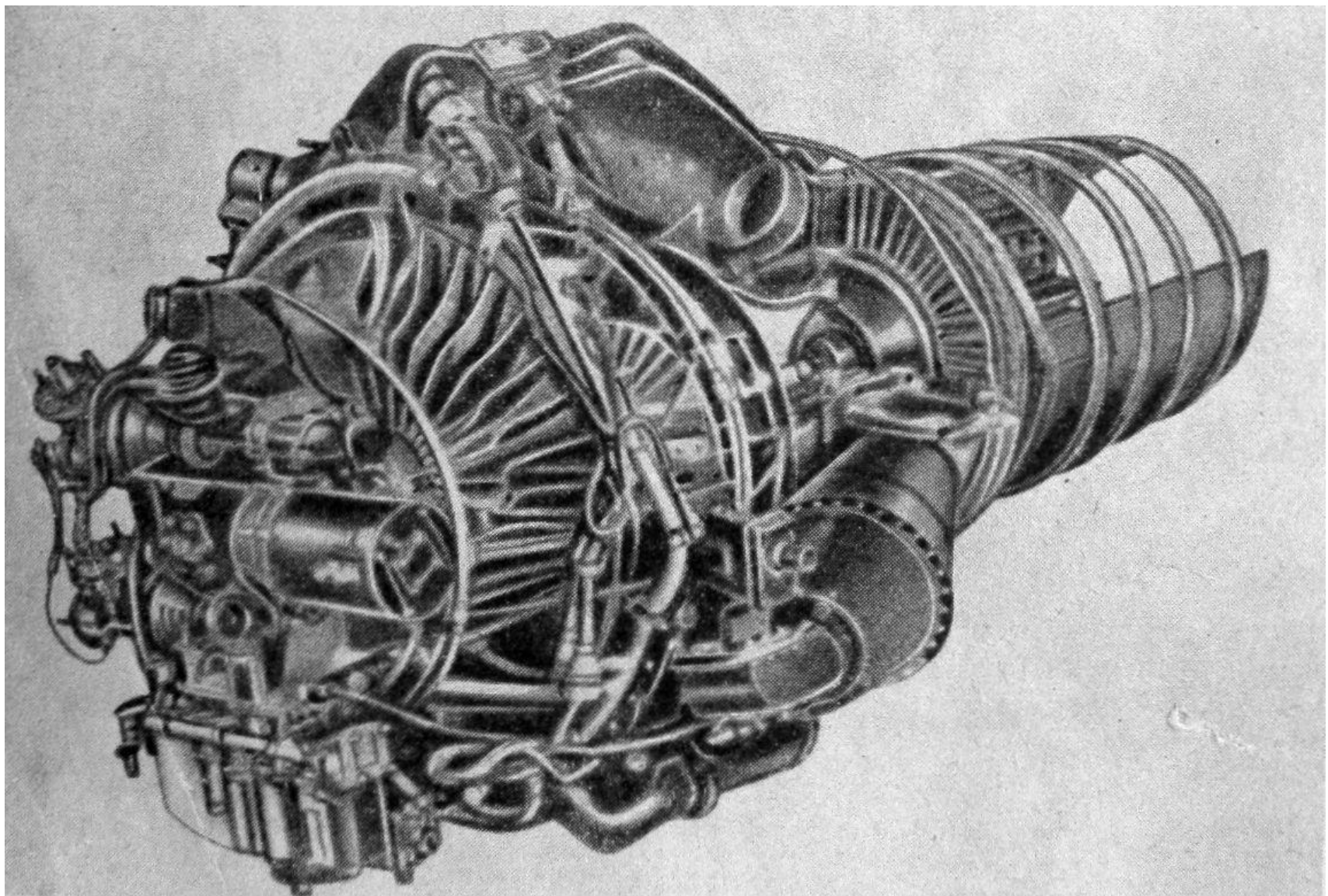


Рис. 6. Разрез двигателя

Запуск двигателя автоматизирован. Раскрутка его при запуске осуществляется электростартером через коробку приводов.

Зажигание топлива производится только при запуске пусковых блоков запальными свечами, установленными на камерах сгорания № 3 и 8. Пламя через соединительные патрубки распространяется по всем камерам, зажигает топливо, поступающее из рабочих форсунок, и горение непрерывно поддерживается до прекращения подачи топлива.

Для контроля за работой двигателя в кабине летчика установлены сигнализатор давления топлива за фильтром низкого давления и указатели тахометра, температуры газов, давления масла, температуры масла и давления топлива перед форсунками.

Показания этих приборов дают возможность строго придерживаться заданных параметров работы двигателя при его работе на разных режимах.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ДВИГАТЕЛЕЙ РД-45Ф и РД-45ФА

Общие данные

1. Условные обозначения . . . РД-45Ф и РД-45ФА
2. Тип двигателя . . . Турбореактивный
3. Направление вращения колеса турбины двигателя . Против часовой стрелки (левое), смотря со стороны реактивной трубы
4. Камеры сгорания Одиночные, прямоточного типа
5. Число камер сгорания . . . 9
6. Расположение камер сгорания По окружности с наклоном к оси двигателя в сторону турбины
7. Порядок нумерации камер . Против часовой стрелки (левое), смотря со стороны реактивной трубы, считая верхнюю камеру сгорания первой
8. Тип компрессора Центробежный, одноступенчатый с двусторонним входом
9. Число лопаток на каждой стороне колеса компрессора 29
10. Тип турбины Осевая, одноступенчатая
11. Число лопаток колеса турбины 54
12. Число лопаток соплового аппарата турбины 48
13. Реактивная система Реактивная труба, удлинительная труба и регулируемое реактивное сопло

Режимы работы двигателя

14. Взлетный и боевой режим:
тяга в кг 2270—90
число оборотов в минуту 12300⁺⁴⁰₋₂₀
удельный расход топлива в кг/кг тяги час 1,07^{+0,03}_{-0,06}
средняя замеренная температура газов в реактивной трубе (по четырем термометрам при глубине погружения термометр 59 мм) в °С Не выше 750

средняя приведенная температура газов в реактивной трубе в °С Не выше 745
время непрерывной работы в мин Не более 5

15. Номинальный режим:
тяга в кг 2040
число оборотов в минуту 12 000
удельный расход топлива в кг/кг тяги час . . 1,06^{+0,03}_{-0,06}
средняя приведенная температура газов в реактивной трубе в °С Не выше 695
время непрерывной работы в мин Не более 30
16. Максимальный крейсерский режим:
тяга в кг 1814
число оборотов в минуту 11 600
удельный расход топлива в кг/кг тяги час . . 1,05^{+0,03}_{-0,06}
средняя приведенная температура газов в реактивной трубе в °С Не выше 645
время непрерывной работы Не ограничено
17. Режим малого газа:
тяга (замеренная) в кг ~55
число оборотов в минуту 2500±100
часовой расход топлива в кг/час Не более 400
средняя приведенная температура газов в реактивной трубе в °С Не выше 545
время непрерывной работы в мин Не более 10
число оборотов в минуту малого газа на высоте 9000 м Не менее 6000
время непрерывной работы на режиме малого газа на высоте 9000 м в мин Не более 10
18. Время приемистости двигателя от 2500 об/мин до 12 300 об/мин (время набора двигателем максимальных оборотов) в сек 10—12 (при температуре окружающего воздуха выше +15°С — не более 15 сек)

Топливная система

19. Сор т топлива Топливо ТС-1 (ГОСТ 7149—54) или Т-1 (ГОСТ 4138—49)
20. Топливные насосы (количество и тип) Два включенных параллельно (один верхний ПН-2Т и один нижний ПН-3Т) плунжерные, переменной производительности, каждый с ограничителем максимальных оборотов
21. Дроссельный кран ДК-6 плунжерного типа с клапаном, ограничивающим минимальное давление топлива перед рабочими форсунками
22. Распределитель топлива АРТ-8А плунжерного типа с автоматом приемистости
23. Барометрический регулятор БР-2Ф aneroidного типа
24. Сигнализатор давления топлива СД-3 мембранного типа
25. Топливный фильтр С фетровым фильтрующим элементом
26. Рабочие форсунки Двухконтурные центробежного типа, 9 шт.

27. Давление топлива за топливным фильтром перед топливными насосами в кг/см^2 от 0,7 до 1,05

28. Давление топлива в кг/см^2 за топливными насосами на максимальном крейсерском режиме при давлении окружающего воздуха 760 мм рт. ст. 90 ± 5
(На режиме малого газа давление топлива может быть больше давления на максимальном крейсерском режиме на 4 кг/см^2)

29. Давление топлива перед рабочими форсунками во вспомогательной магистрали в кг/см^2 :
на режиме малого газа Не ниже 1
на режиме 5600 об/мин. От 10 до 14
на взлетном и боевом режиме Не выше 78

Система смазки

32. Сорт масла Трансформаторное (ГОСТ 982—53) или МК-8 (ГОСТ 6457—53)

33. Система смазки Под давлением

34. Масляные насосы:
количество Два (один нагнетающий и один откачивающий)

тип Шестеренчатые

производительность каждого насоса при $n = 12000 \text{ об/мин}$ и выше в л/час Не менее 600

35. Расход масла в л/час Не более 0,7

36. Давление масла на входе в двигатель (в нагнетающей магистрали за редукционным клапаном) на режиме:
малого газа в кг/см^2 Не менее 0,2
взлетном, боевом, номинальном и максимальном крейсерском Не менее 1,4 и не более 3,5

37. Температура масла на входе в двигатель в $^{\circ}\text{C}$ Не ниже -40 и не выше $+90$

38. Максимально допустимая температура масла на выходе из двигателя в $^{\circ}\text{C}$ Не выше 110

39. Количество масла, заливаемого в коробку масляных насосов До уровня на 12 мм ниже нижней кромки заливной горловины коробки масляных насосов (не менее 6 л)

40. Масляные фильтры:
количество Три (один фильтр высокого давления на входе в двигатель и два фильтра низкого давления на выходе из двигателя)
тип Сетчатые

Система запуска

41. Система запуска Электрическая от электростартера (запуск производится электростартером от аэродромного источника питания напряжением 24 в через автоматическую систему пуска)

42. Электростартер СТ-2

43. Пусковой топливный насос ПНР-45Б коловратный с при-

водом от электродвигателя Д-150 с питанием от аккумуляторной батареи напряжением 24 в

44. Пусковые форсунки (тип, количество) Центробежные закрытого типа с электромагнитным клапаном, 2 шт.

45. Запальные свечи СД-55АНМ, 2 шт.

46. Катушка зажигания КР-1

47. Пусковая панель ПС-2

Система охлаждения

48. Система охлаждения Воздушная, от центробежного одноступенчатого вентилятора, расположенного на заднем валу колеса компрессора

49. Температура охлаждающего воздуха на выходе из двигателя в $^{\circ}\text{C}$ Не выше 350

Передаточные числа приводов

50. Топливных насосов 0,25

51. Электростартера 2,647

52. Генератора электротактометра 0,25

53. Коробки приводов самолетных агрегатов 0,421

54. Масляных насосов 0,265

55. Направление вращения указанных приводов По часовой стрелке (правое), если смотреть на привод со стороны агрегата

Габариты двигателя

(в мм)

56. Максимальный диаметр 1258,8

57. Максимальная высота 1273,4

58. Длина двигателя с реактивной трубой и соплом 2651

59. Длина двигателя до фланца крепления реактивной трубы 1614

Вес двигателя

60. Сухой вес двигателя (с электрическим коллектором) без удлинительной трубы в кг $825 \pm 2\%$

Ресурс двигателя

61. Ресурс работы двигателя РД-45Ф в час:
на стенде 100
в эксплуатации 180

62. Ресурс работы двигателя РД-45ФА в час 250

Примечание. Указанные значения тяги, чисел оборотов и удельных расходов топлива на взлетном и боевом, номинальном и максимальном крейсерских режимах (см. пп. 14, 15, 16) приведены к стандартным атмосферным условиям.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

Основные параметры турбореактивного двигателя (тяга и удельная тяга, часовой и удельный расход топлива и др.), определяющие его качество, зависят от ряда конструктивных величин и режима работы двигателя.

Существенное влияние на удельную тягу и удельный расход топлива оказывают следующие величины: степень повышения давления в компрессоре, температура газов в камере сгорания, к. п. д. основных элементов двигателя (компрессора, диффузора, камеры сгорания, турбины и реактивного сопла) и условия полета, т. е. скорость и высота полета. Определение скоростных и высотных характеристик двигателя опытным путем связано с большими трудностями, так как это требует применения сложного оборудования — специальных аэро-

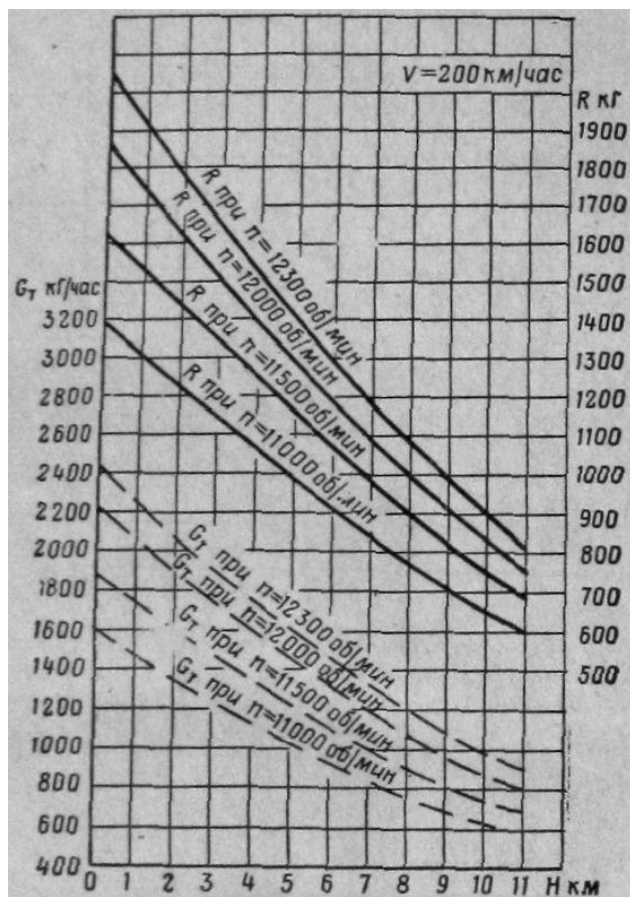


Рис. 7. Расчетные характеристики двигателя при скорости полета 200 км/час

динамических труб, обеспечивающих натурные испытания работающего двигателя, или самолетов — летающих лабораторий, оснащенных аппаратурой, позволяющей с достаточной точностью замерять в полете тягу, расход топлива и другие величины, характеризующие работу двигателя. Поэтому в большинстве случаев скоростные и высотные характеристики турбореактивных двигателей строятся на основании расчетов.

На рис. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 и 14 приведены расчетные высотные характеристики на различных режимах работы двигателя РД-45Ф.

Значения тяги, расхода топлива и других параметров двигателя на высотах более 11000 м могут быть получены путем пересчета этих характеристик с введением поправочного коэффициента, представляющего собой отношение атмосферного давления на высоте, для которой определяется значение этих величин, к атмосферному давлению на высоте 11 000 м, для которой известны (по графикам) значения тяги, расхода топлива и других параметров двигателя.

На рис. 15, 16 и 17 приведены расчетные скоростные характеристики двигателя РД-45Ф на различных режимах работы в диапазоне высот полета 0—11 000 м.

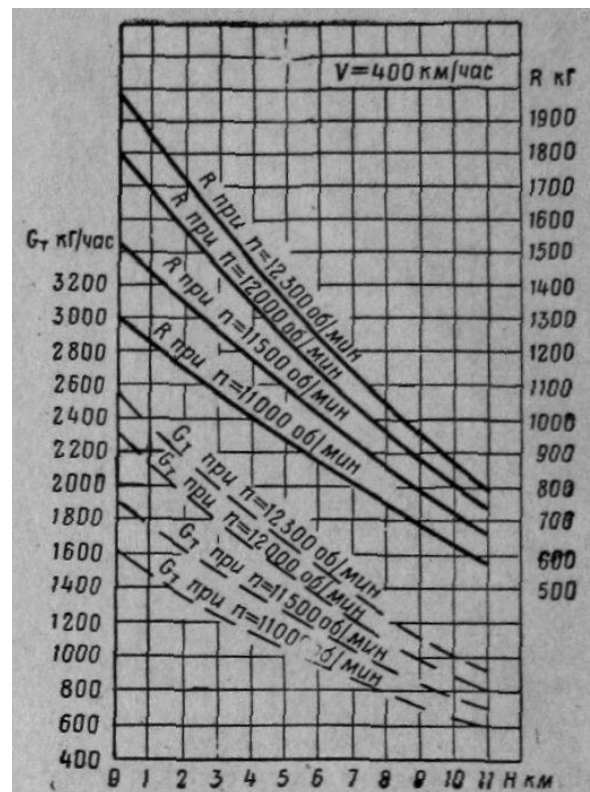


Рис. 8. Расчетные характеристики двигателя при скорости полета 400 км/час

При расчете высотных и скоростных характеристик принималось, что с изменением скорости и вы-

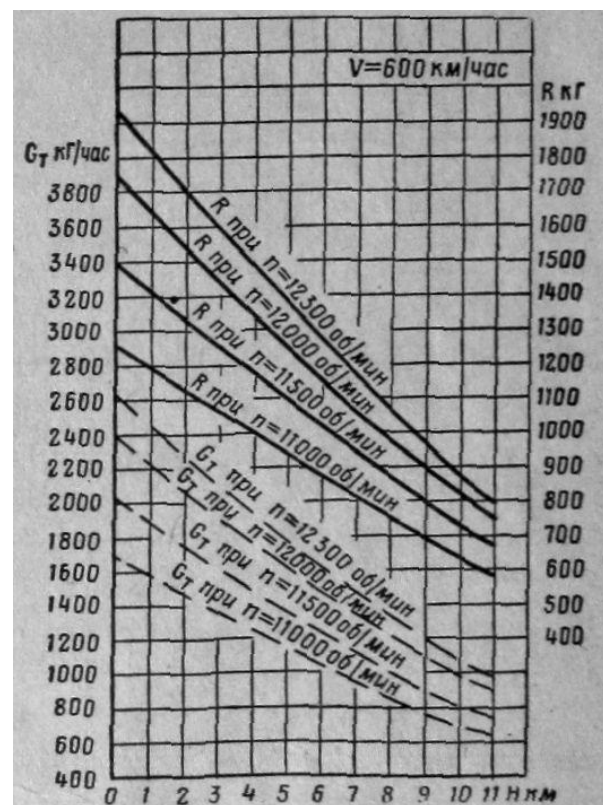


Рис. 9. Расчетные характеристики двигателя при скорости полета 600 км/час

соты полета остаются неизменными температура газа перед турбиной и число оборотов двигателя, напор компрессора и к. п. д. компрессора, турбины,

камеры сгорания, реактивного сопла и коэффициент потерь входа в двигатель. Кроме того, принималось, что расширение продуктов сгорания в ре-

Характеристики, рассчитанные с учетом указанных допущений, имеют погрешность, не превышающую 2—3%.

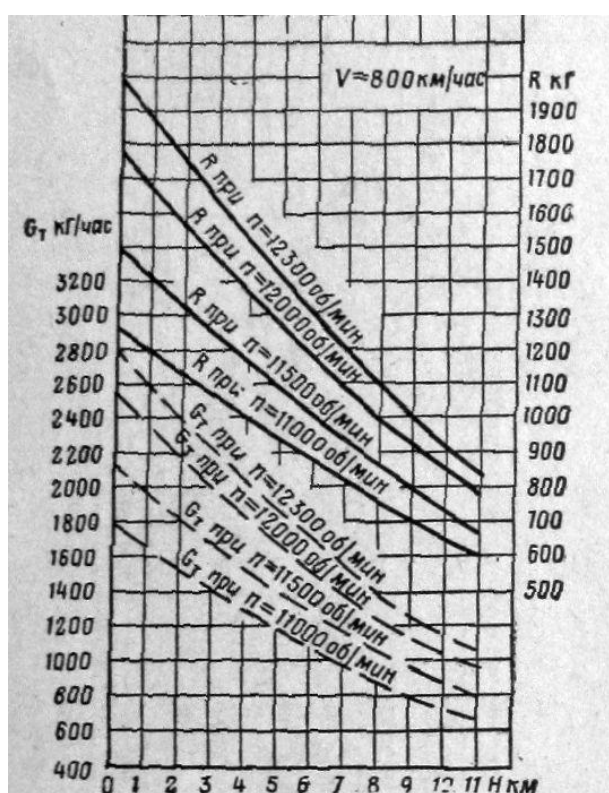


Рис. 10. Расчетные характеристики двигателя при скорости полета 800 км/час

активном сопле происходит полностью до наружного атмосферного давления, при любой скорости и высоте полета.

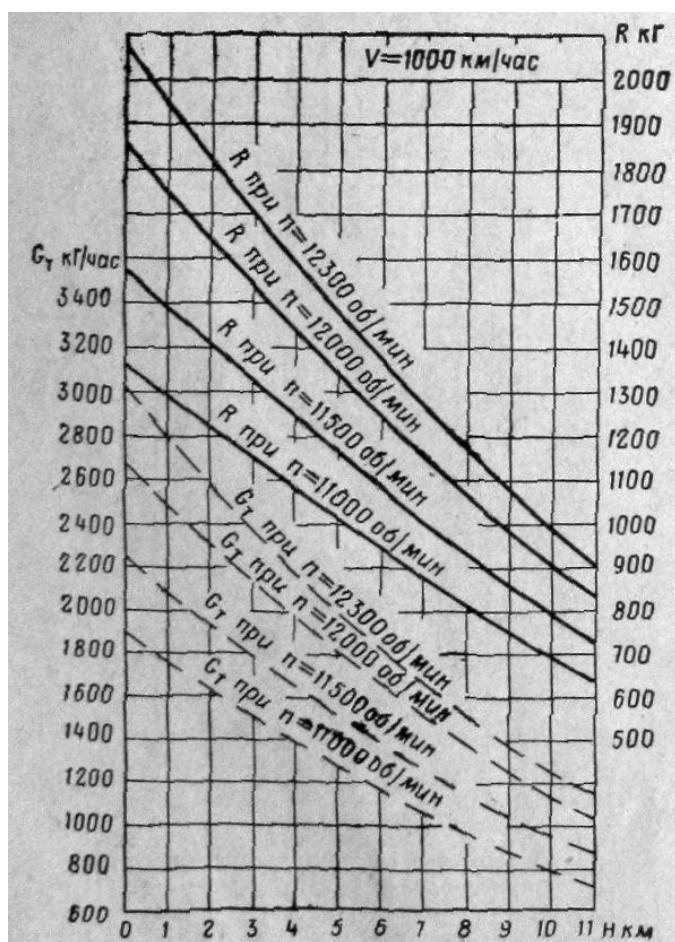


Рис. 11. Расчетные характеристики двигателя при скорости полета 1000 км/час

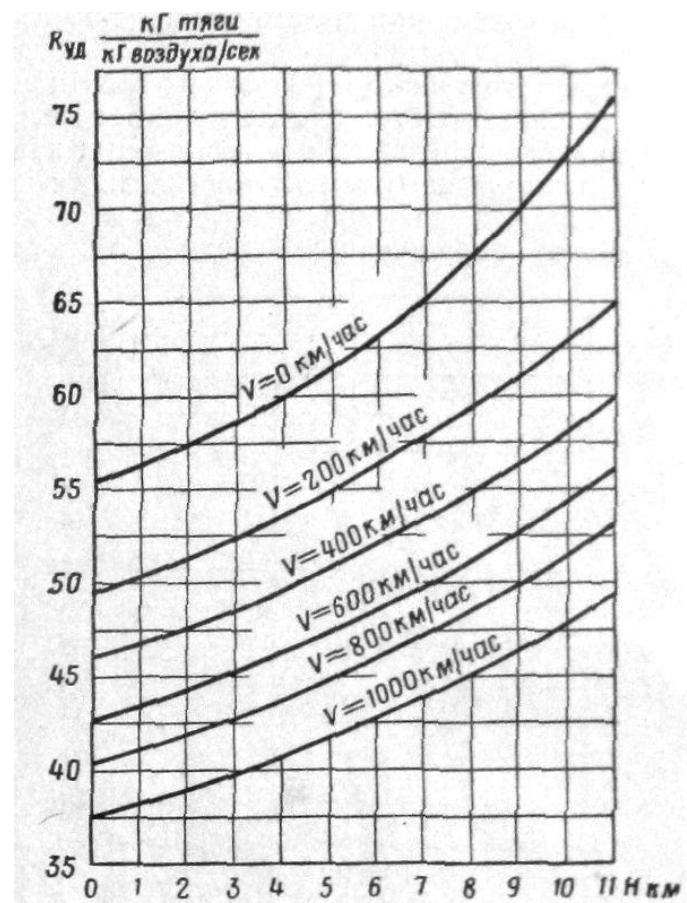


Рис. 12. Расчетные характеристики двигателя. Изменение удельной тяги двигателя в зависимости от высоты и скорости полета при $n_{зам} = 22300$ об/мин

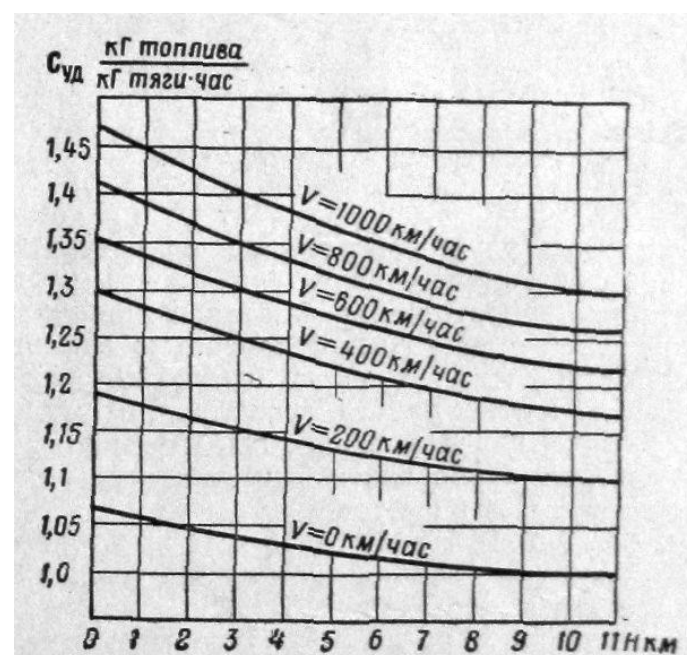


Рис. 13. Расчетные характеристики двигателя. Изменение удельных расходов топлива в зависимости от высоты и скорости полета при $n_{зам} = 12300$ об/мин

На рис. 17 приведены тяговые характеристики двигателя, получаемые заводом при проведении стендовых испытаний.

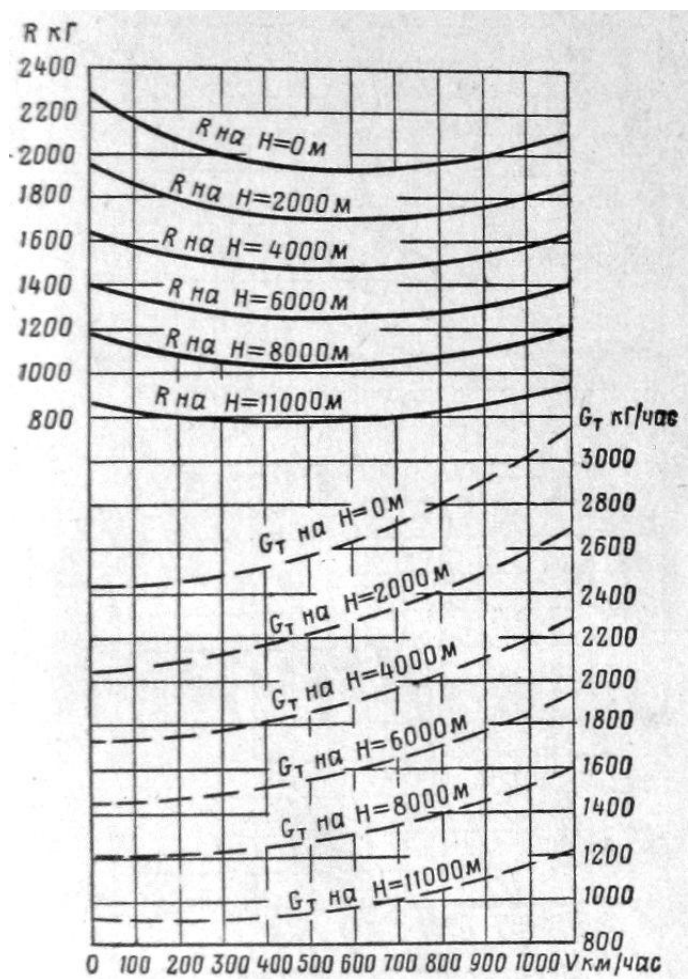


Рис. 14. Расчетные скоростные характеристики двигателя. Изменение тяги и часовых расходов топлива в зависимости от скорости и высоты полета при $n_{ам} = 12\,300$ об/мин

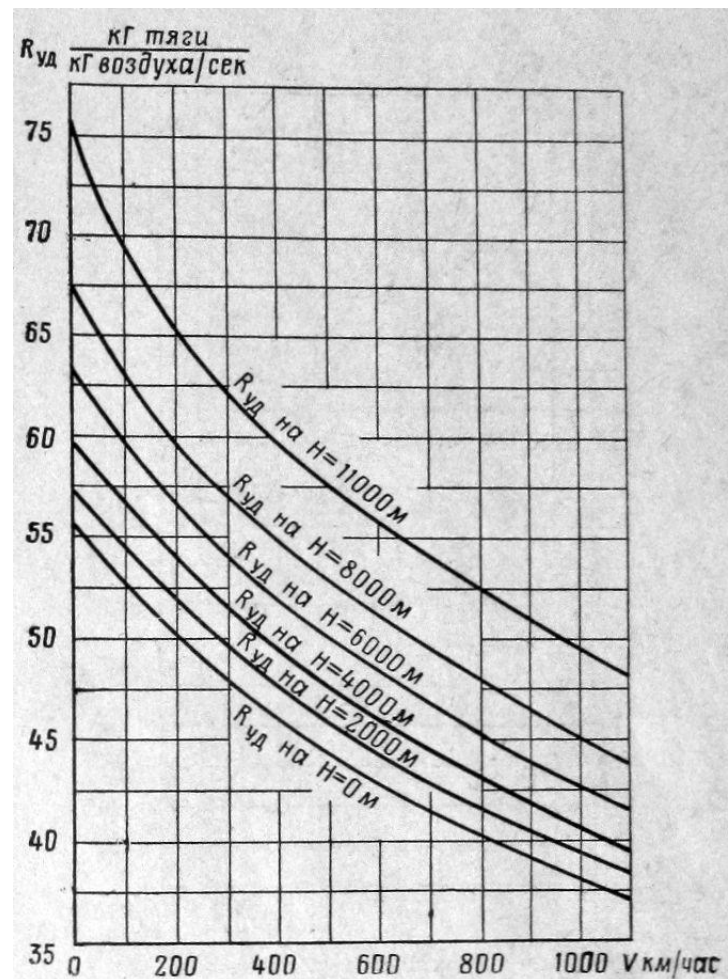


Рис. 15. Расчетные скоростные характеристики двигателя. Изменение удельной тяги в зависимости от скорости и высоты полета при $n_{ам} = 12\,300$ об/мин

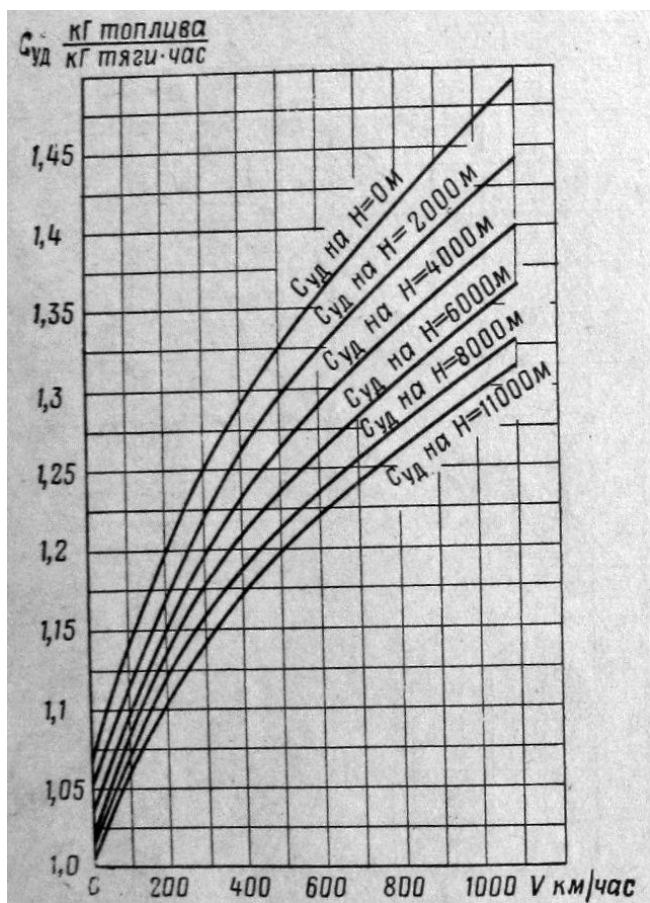


Рис. 16. Расчетные скоростные характеристики двигателя. Изменение удельного расхода в зависимости от скорости и высоты полета при $n_{зам} = 12\,300$ об/мин

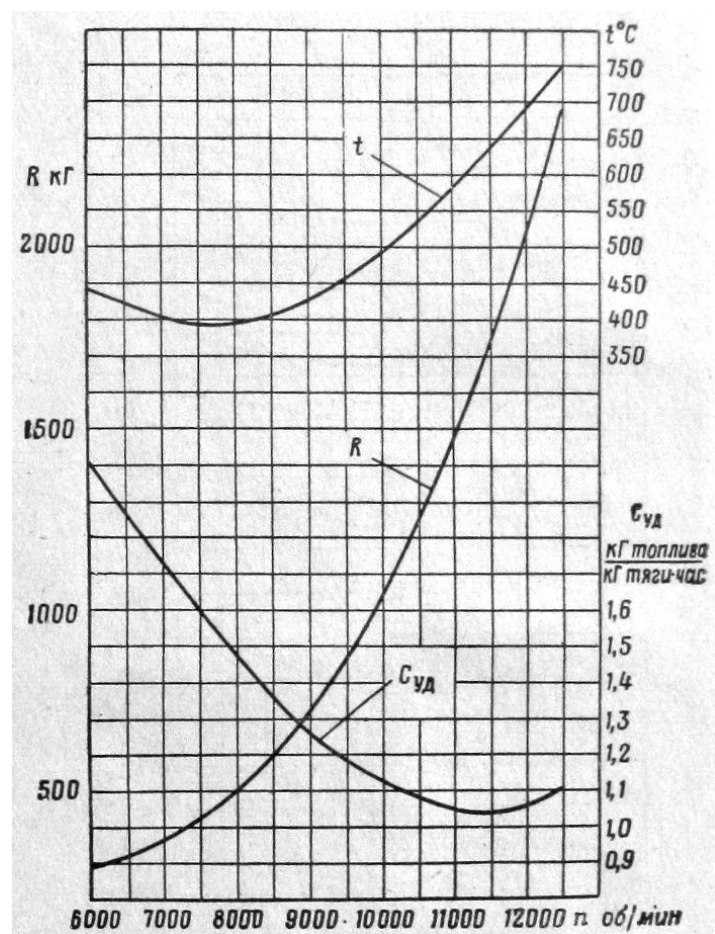


Рис. 17. Зависимость тяги, удельного расхода топлива и температуры газов в реактивной трубе от числа оборотов двигателя

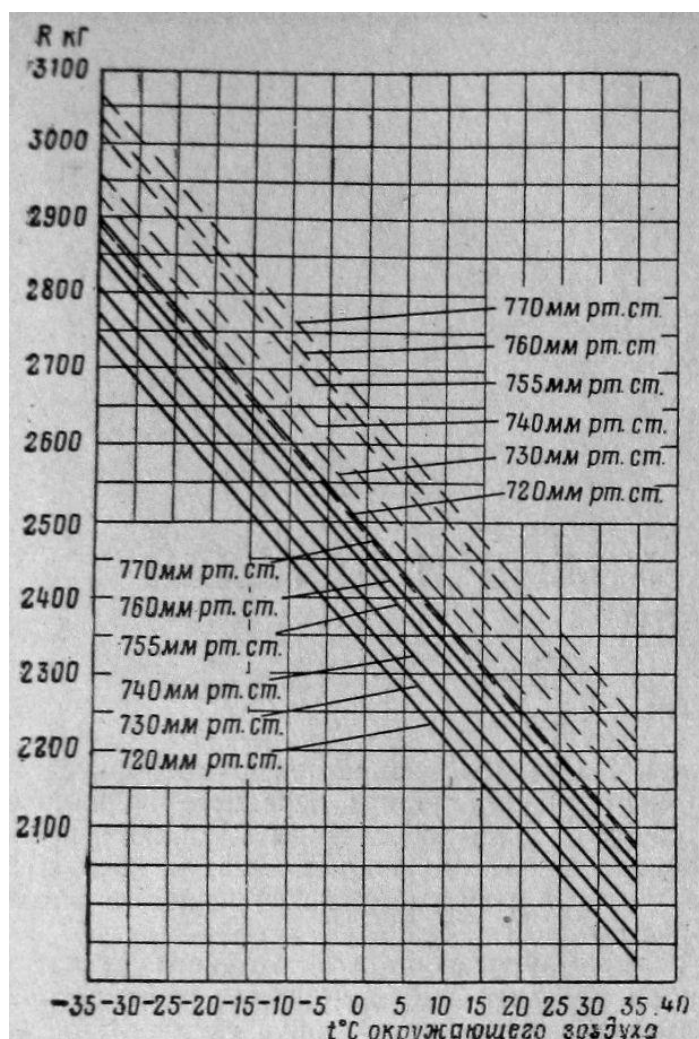


Рис. 18. Стендовые характеристики двигателя. Зависимость тяги, развиваемой двигателем на режиме взлета, от температуры и давления окружающего воздуха при $n_{\text{зам}} = 12\,300$ об/мин

На рис. 18 приведены графики изменения тяги, развиваемой двигателем на стенде при $n_{\text{зам}} = 12\,300$ об/мин в зависимости от изменения температуры и давления атмосферного воздуха. Сплошными линиями обозначено изменение тяги двигателя, у которого величины к. п. д. узлов газоздушного тракта постоянны и находятся в средних пределах для двигателей РД-45Ф, т. е.

к. п. д. компрессора..... $\eta_k = 0,76$
 к. п. д. турбины..... $\eta_t = 0,83$
 к. п. д. механический..... $\eta_{\text{мех}} = 0,99$
 к. п. д. реактивного сопла..... $\varphi^c = 0,97$
 коэффициент падения давления в
 камере сгорания..... $\delta = 0,95$
 секундный расход воздуха..... $G^B = 41$ кг/сек

Штриховыми линиями обозначено изменение тяги двигателей, у которых к. п. д. узлов газоздушного тракта постоянны и находятся на верхнем пределе для двигателей РД-45Ф, т. е.

к. п. д. компрессора..... $\eta_k = 0,78$
 к. п. д. турбины..... $\eta_t = 0,84$
 к. п. д. механический..... $\eta_{\text{мех}} = 0,99$
 к. п. д. реактивного сопла..... $\varphi^c = 0,98$
 коэффициент падения давления в
 камере сгорания..... $\delta = 0,9\%$
 секундный расход воздуха..... $G^B = 42$ кг/сек

В значение тяги при различных условиях установки двигателя на самолете не следует вводить поправки на изменение длины удлинительной трубы, однако необходимо учитывать, что изменение формы трубы может привести к некоторому изменению тяги двигателя.

ГЛАВА II

КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ КОМПРЕССОР

Компрессор состоит из следующих основных узлов и деталей: заднего и переднего входных устройств, корпуса с крышкой и переходных патрубков, ротора компрессора и лопаточного диффузора.

Заднее и переднее входные устройства

Заднее и переднее входные устройства компрессора состоят из силовой фермы — корпуса 2 (рис 19 и рис 20), неподвижного направляющего аппарата 3, стенки 4 и предохранительной сетки 1.

Корпусы заднего и переднего входных устройств. Корпусы входных устройств изготовлены из алюминиевого сплава АЛ4 (рис. 21, 22).

Корпус входного устройства — силовая ферма 2 (см. рис. 19, 20) — представляет собой два массивных фланца, соединенных между собой системой стержней эллиптического сечения. Стержни воспринимают действующие нагрузки и вместе с тем между ними образуется необходимое сечение для прохода воздуха в компрессор.

Фланцы корпусов снаружи обработаны на конус под сетки; на малых фланцах имеются буртики, предохраняющие сетки от сползания.

Большие фланцы имеют цилиндрические пояски для посадки на крышку и корпус компрессора и для центрирования стенок входных устройств, а также 18 сквозных отверстий под стяжные болты.

Корпус заднего входного устройства отличается от переднего большей длиной и широким малым фланцем, в котором имеется 18 прямоугольных окон для подвода воздуха к вентилятору; окна закрыты снаружи сеткой.

Малый фланец заднего корпуса имеет посадочные пояски — сзади под корпус вентилятора и спереди под стенку заднего входного устройства, изнутри к торцу малого фланца прилегает кольцо заднего входного устройства. Выступающие на нем расклепанные головки шипов лопаток утопают в трех кольцевых канавках, имеющих на торце

фланца. На малом фланце переднего корпуса спереди центрируется корпус переднего подшипника.

К торцу фланца посредством 17 шпилек крепится корпус переднего подшипника, к которому в свою очередь изнутри крепится переднее входное устройство.

К торцу корпуса заднего входного устройства снаружи крепится винтами корпус вентилятора и шпильками устройства — корпус среднего подшипника, а изнутри — задний направляющий аппарат и стенка 4 (см. рис 19) заднего входного устройства.

Для защиты против коррозии внешние поверхности корпусов окрашены черным лаком.

Стенки 4 входных устройств крепятся к внутренним фланцам обоих корпусов. На внутренних фланцах стенок имеются кольцевые проточки под кольца входных патрубков, в которые ввернуто по 5 штифтов, фиксирующих входные патрубки.

Стенка 4 заднего входного устройства отделяет полость вентилятора от полости компрессора. Своей наружной поверхностью она совместно с направляющим конусом заднего входного устройства образует канал подвода воздуха к заднему заборнику, а своей внутренней поверхностью вместе с корпусом вентилятора образует плавный канал подвода воздуха к крыльчатке вентилятора.

Неподвижные направляющие аппараты (рис. 23, 24) предназначены для предварительной закрутки и подвода воздуха к заборникам колеса компрессора с минимальными потерями. Входной аппарат состоит из трех направляющих алюминиевых конусов, пятидесяти алюминиевых лопаток и двух колец. Вместе со стенками, корпусом переднего подшипника (спереди) и задней стенкой (сзади) направляющие конусы образуют 4 кольцевых канала подвода воздуха к заборникам колеса компрессора. Для уменьшения потерь на трение поверхности направляющих конусов и лопатки обрабатываются аналогично поверхностям колеса компрессора.

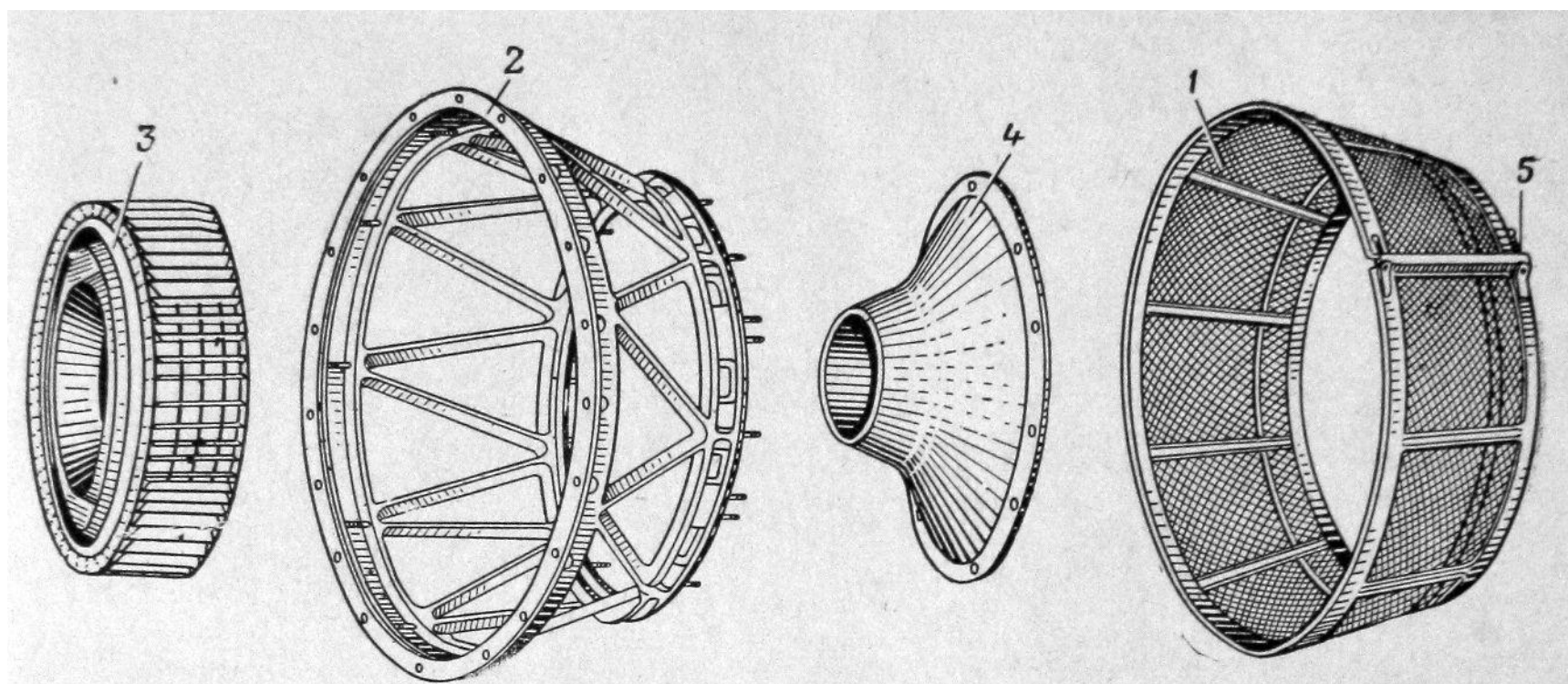


Рис. 19. Узел заднего входного устройства
(см. обозначения к рис 20)

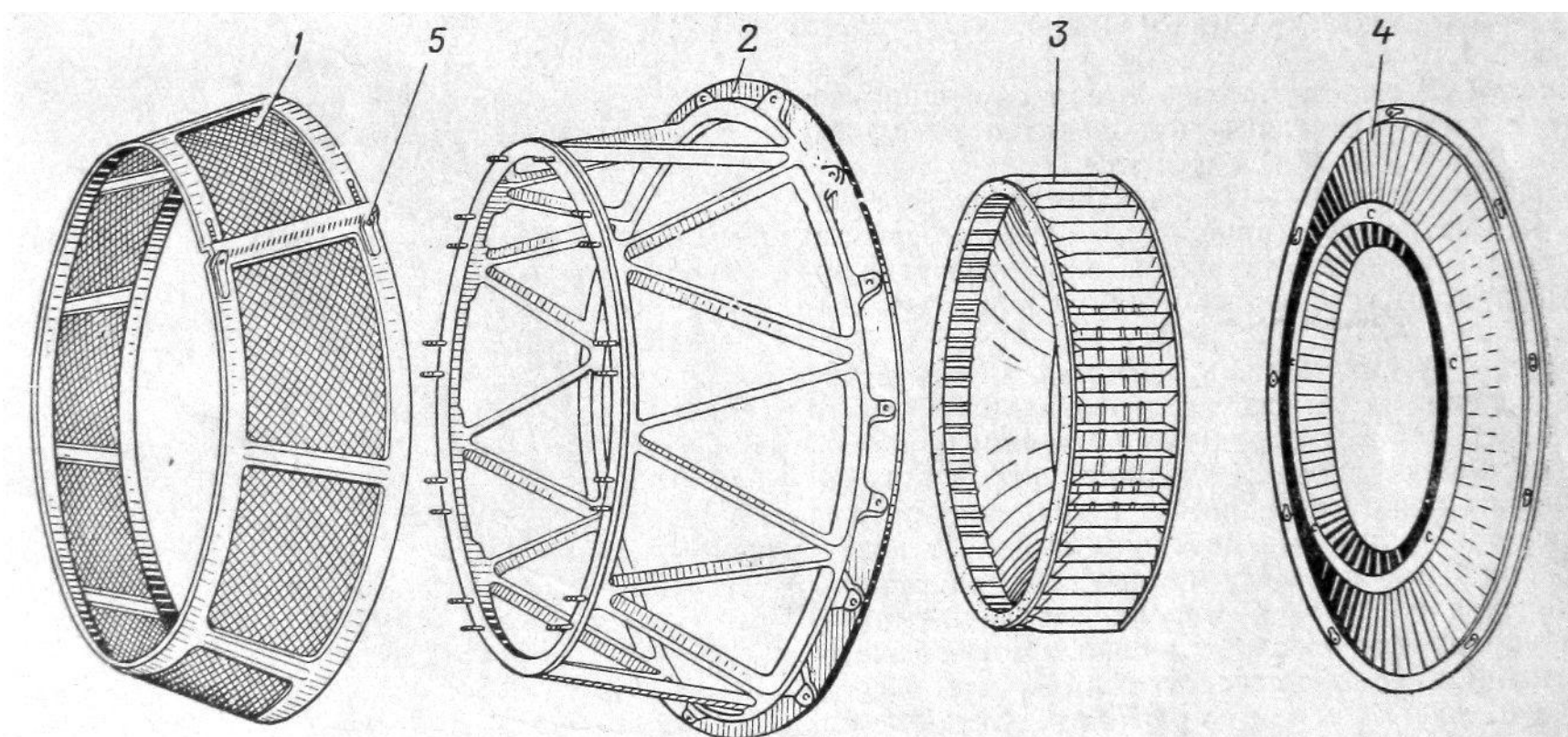


Рис. 20. Узел переднего входного устройства:
1-сетка: 2 — корпус — силовая ферма: 3 — направляющие аппарат: 4 — стенка: 5 - стяжной болт

Крайние, наиболее удаленные от колеса компрессора направляющие конусы усилены за счет установки стальных (Ст. 10) колец, закрепляемых на конусе завальцовкой.

Направляющие конусы при помощи 50 направляющих лопаток скреплены с передним и задним кольцами. Для этого на конусах имеются прорезы, входящие в соответствующие им прорезы на лопатках. Для повышения стабильности этого соединения лопатки и конусы у прорезей обжимаются.

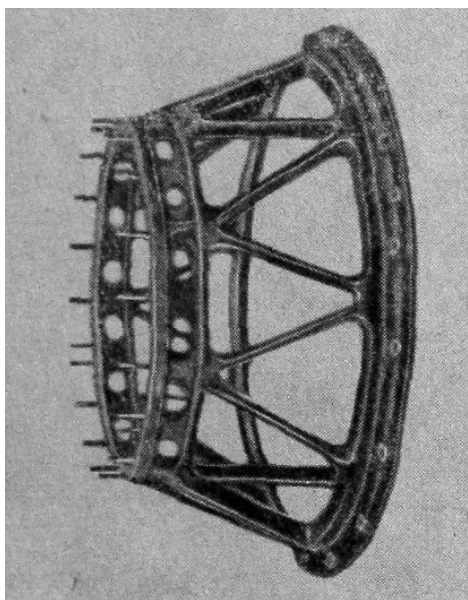


Рис. 21. Корпус переднего входного устройства

Лопатки с каждой стороны имеют по 3 шипа, которые входят в отверстия в кольцах и расклепываются.

Кольца изготавливаются из алюминиевого сплава АМ. Внутренние (широкие) кольца имеют по 5 отверстий, в которые входят концы фиксирующих штифтов, устанавливающих кольца относительно стенок 4.

Внешние (узкие) кольца имеют по 10 отверстий, для крепления переднего входного направляющего аппарата к корпусу переднего подшипника и заднего — к корпусу заднего входного устройства.

Различие между передним и задним аппаратами заключается в том, что передний сообщает воздух, подходящему к колесу компрессора, закрутку в направлении по часовой стрелке, а задний — в направлении против часовой стрелки, смотря со стороны колец с десятью отверстиями.

Сетки входных устройств. Сетки 1 (см. рис. 19, 20) предназначены для предохранения воздушного тракта компрессора от попадания посторонних предметов. Они имеют коническую форму и состоят из отдельного решетчатого каркаса и припаянной к нему стальной сетки с ячейками 3, 6 X 3,6 мм. Сетки надеваются на коническую поверхность корпусов входных патрубков.

На перемычках каркаса для жесткости выдавлены продольные зиги.

Одна перемычка разрезана по образующей конуса. В месте разреза к каркасу приварены точеч-

ной сваркой четыре угольника с отверстиями, через которые проходят два болта, стягивающие сетку.

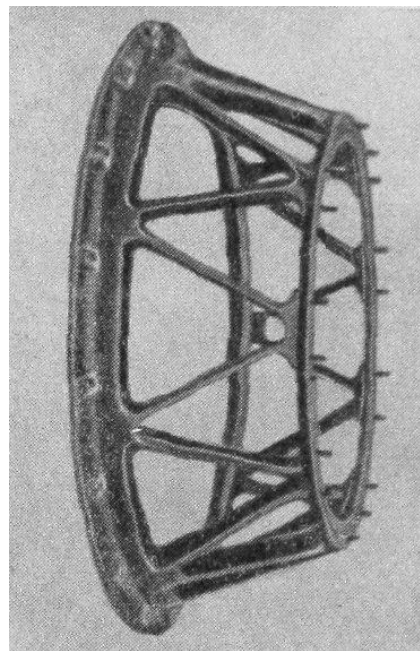


Рис. 22. Корпус заднего входного устройства

Сетка держится в натянутом состоянии спиральными пружинами, надетыми на стяжные болты 5.

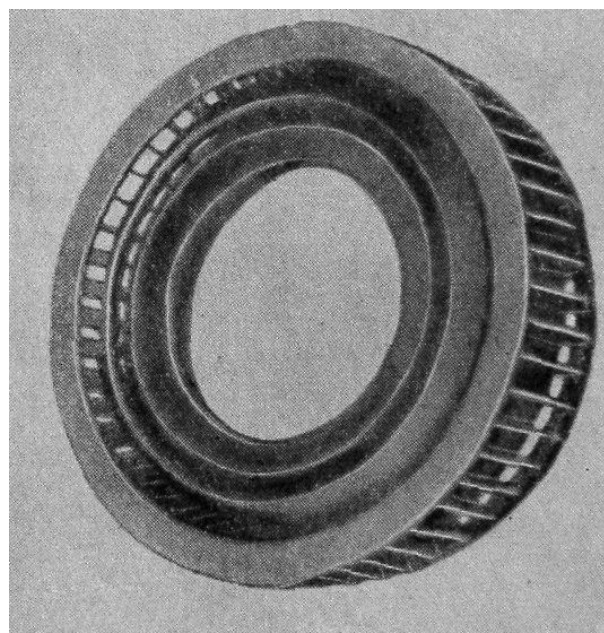


Рис. 23. Передний неподвижный направляющий аппарат

Для предохранения от сползания сеток на малых фланцах корпусов входных патрубков имеются буртики. Задняя сетка отличается от передней большей длиной, так как она закрывает щели подвода воздуха к вентилятору.

При хранении двигателя и его транспортировке на сетки надеваются матерчатые предохранительные чехлы.

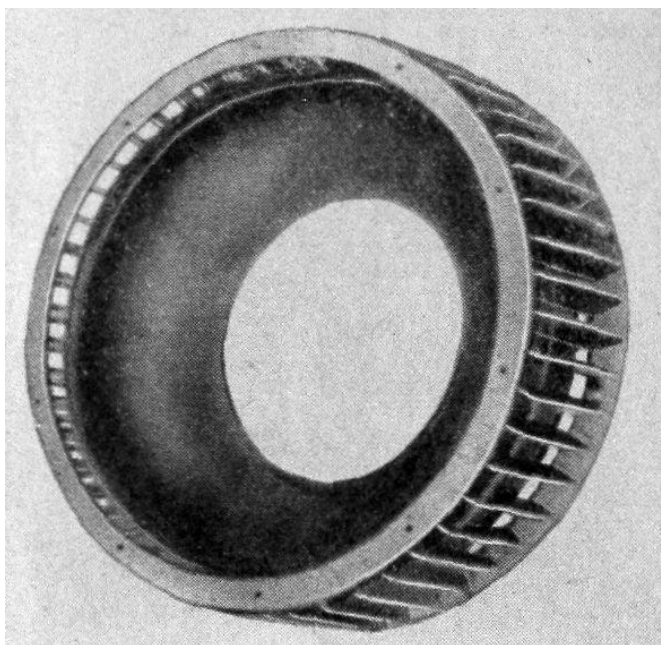


Рис. 24. Задний неподвижный направляющий аппарат

Корпус и крышка компрессора

Корпус 1 (рис. 25) и крышка 8 компрессора изготовлены из алюминиевого сплава АЛ4.

Корпус компрессора 1 является основной силовой частью двигателя. К нему крепятся опоры 3 для установки двигателя на самолете и фланец крепления 2 переднего и заднего входных устройств — фермы, несущие все остальные узлы и детали двигателя.

Спереди корпус компрессора закрывается крышкой 8

В полости, образованной корпусом компрессора и крышкой, на центрирующем пояске корпуса установлен лопаточный диффузор.

Наружные поверхности корпуса и крышки компрессора оребрены, а внутренние — образуют профиль, соответствующий профилю колеса компрессора.

На внутренней поверхности стенки корпуса имеется кольцевая выточка, в которой центрируется лопаточный диффузор. В выточке просверлено 18 отверстий под стяжные болты.

На центрирующий буртик корпуса компрессора сзади и центрирующий буртик крышки установлены корпусы входных устройств, которые притянуты 18 сквозными стяжными болтами, проходящими сквозь фланцы корпусов входных устройств, крышку компрессора, лопатки диффузора и корпус компрессора.

Болты с резьбой 11 X 1,5 затягиваются ключом, тарированным на момент 4, 5 кгм, а болты с резьбой 12 x 1,5 затягиваются тарированным ключом с моментом 5, 5 кгм.

В головках стяжных болтов нарезана резьба и к ним крепятся кронштейны топливного коллектора.

На торце корпуса (рис. 26) компрессора по окружности нарезано 45 отверстий под шпильки крепления крышки, на крышке соответственно просверлены сквозные отверстия.

Одно из отверстий на крышке (рис. 27) выполнено большего диаметра — под шпильку со сверлением, через которое отводится воздух в лабиринтное уплотнение переднего подшипника. Этим устраняется подсосывание масла передним заборником из полости переднего подшипника, а следовательно, попадание масла на лопатки колеса компрессора, появление дыма в кабине самолета и повышенный расход масла.

Диаметр сверления в шпильке подбирается так, чтобы обеспечивалось необходимое давление в коробке приводов, при котором исключается выброс масла в суфлер.

На корпусе компрессора спереди сверху имеется треугольный фланец с отверстием, которое может быть использовано для отбора воздуха из компрессора по специальному назначению. При отправке двигателей с завода это отверстие заглушается.

В целях повышения жесткости конструкции крышка крепится к корпусу дополнительно шестью радиальными болтами, с этой целью на корпусе и крышке предусмотрено по шесть бобышек (по две с каждой стороны и две внизу).

Корпус имеет девять тангенциальных патрубков.

Тангенциальные патрубки так же, как и камеры сгорания, нумеруются против часовой стрелки, если смотреть со стороны турбины, верхний патрубок считается первым.

Стенки патрубков № 1 и 2 имеют бобышки под рым-болты. На стенке патрубка № 1 спереди выполнено сквозное отверстие с треугольным фланцем, предназначенное для отвода воздуха.

Патрубки № 3 и 9 имеют фланцы для крепления кронштейнов подвески с четырьмя отверстиями под шпильки и отверстием под контрольный штифт. Патрубки № 4 и 8 имеют коробчатые фланцы для крепления правой и левой опор двигателя.

На патрубках № 5 и 7 во всю ширину стенки имеются поперечные бобышки со сквозными отверстиями; они при надобности также могут быть использованы для крепления двигателя на самолете.

Патрубок № 6, находящийся внизу, имеет высокий коробчатый фланец с ребрами, служащий для той же цели. В передней стенке патрубка № 8 нарезано четыре отверстия для крепления фирменной таблички. Внешние поверхности корпуса и крышки компрессора окрашены черным лаком.

Переходные патрубки

Переходные патрубки (см. рис. 25) крепятся к тангенциальным патрубкам на корпусе компрессора и предназначены для крепления камер сгорания и подвода к ним сжатого воздуха из компрессора.

Патрубки имеют коленообразную форму и отлиты из алюминиевого сплава АЛ5.

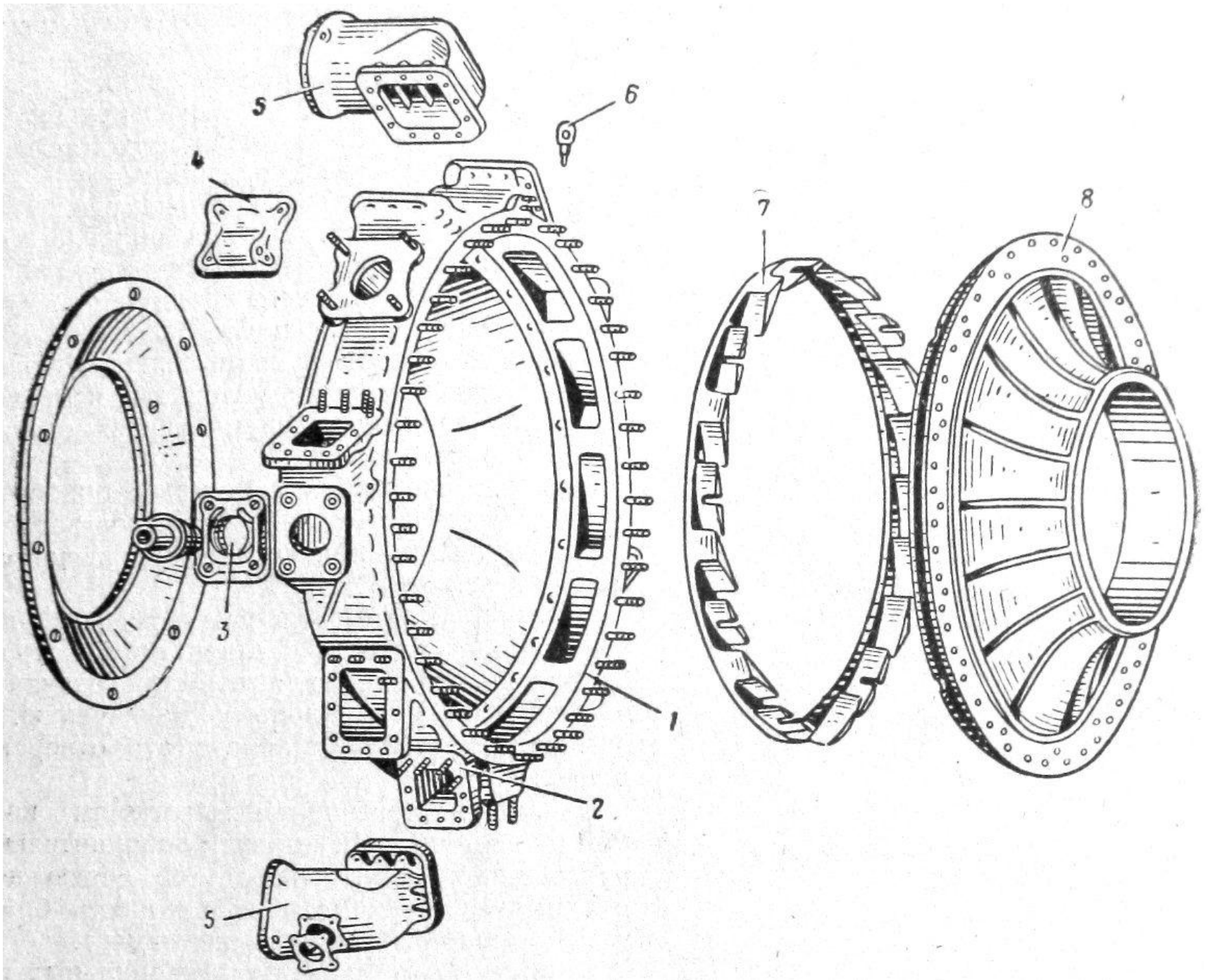


Рис. 25. Узел корпуса компрессора:

1 — корпус компрессора; 2 — фланец крепления; 3 — опора; 4 — кронштейн подвески; 5 — выходные патрубки; 6 — рым-болт; 7 — лопаточный диффузор; 8 — крышка

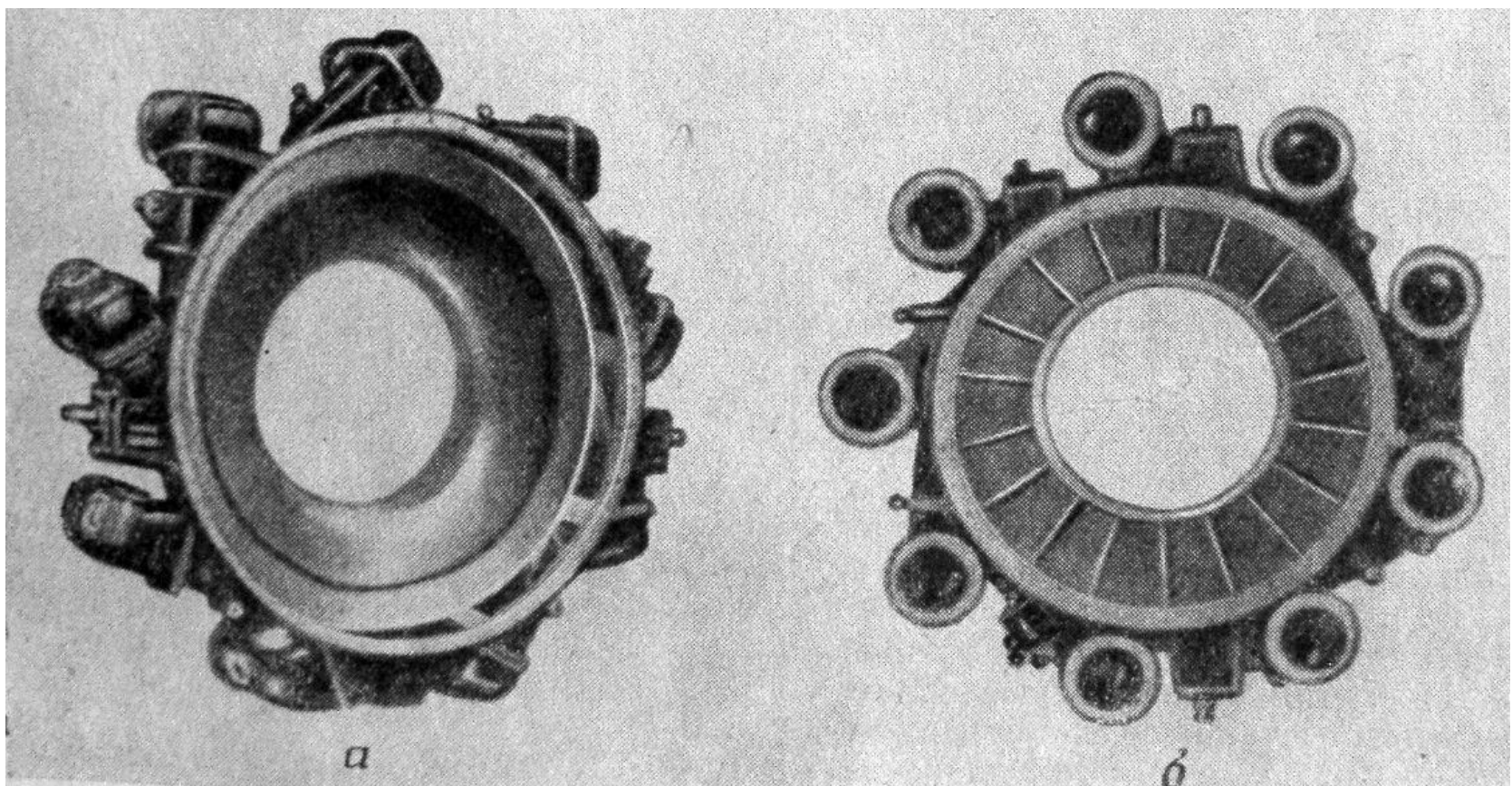


Рис. 26. Корпус компрессора:

а — вид сзади; б — вид спереди

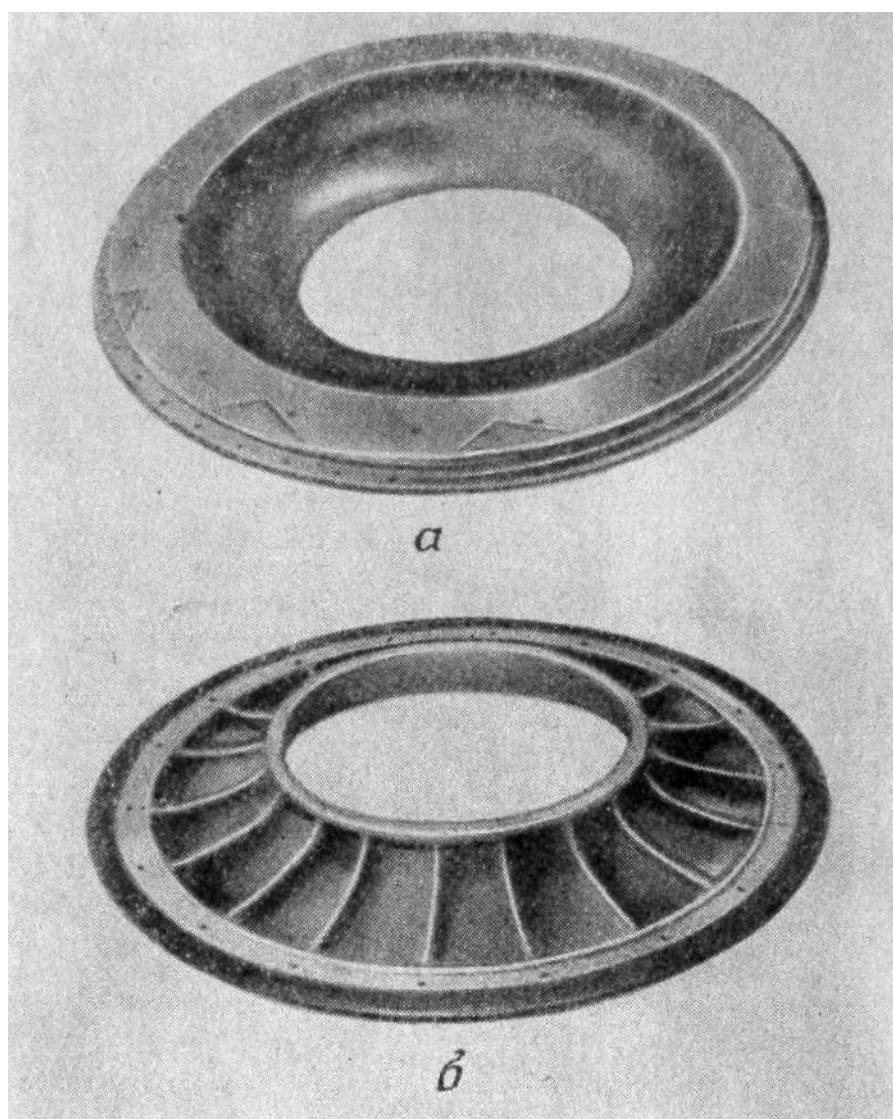


Рис. 27. Крышка корпуса компрессора:
а — вид сзади: б — вид спереди

В стенки патрубка залиты три профилированные лопасти, выполненные из материала Д1, которые служат для уменьшения потерь энергии при повороте воздушного потока в колене патрубка и для обеспечения более равномерного потока на входе в горловину камеры сгорания.

Для обеспечения взаимозаменяемости все патрубки продуваются на специальных установках и результаты продувки сравниваются с эталонным патрубком.

Для крепления к корпусу компрессора на прямоугольном фланце патрубка имеются девять сквозных и три резьбовых отверстия и для крепления к горловине камеры сгорания на круглом фланце — два отверстия. Со стороны круглого фланца изнутри имеется сферическая выточка под сферический уплотнительный вкладыш. Сверху в стенке патрубка выполнено сквозное отверстие под рабочую форсунку.

Во фланец этого отверстия ввернуты четыре футорки для крепления форсунки. Наружные поверхности выходных патрубков окрашены черным лаком.

Ротор компрессора

Ротор компрессора состоит из колеса 1 (рис. 28) компрессора, переднего 2 и заднего 3 заборников, переднего 4 и заднего 5 валов колеса компрессора и других мелких деталей.

Колесо компрессора изготовлено изковки алюминиевого сплава АК4-1 (рис. 29, 30 и 31), просверлено по оси и имеет по 29 радиальных лопаток с каждой стороны. Диск колеса выполнен в виде тела равного сопротивления на разрыв, а лопасти его выполнены сужающимися по длине и высоте и скошенными на вершинах. Ступица колеса имеет с каждой стороны по пояску для центрирования валов и по восемь резьбовых отверстий под шпильки крепления заборников, которые ввертываются с определенным натягом. Поверхности колеса и его лопаток тщательно обрабатываются и подвергаются анодированию.

Колесо компрессора балансируется динамически отдельно, а затем производится динамическая балансировка узла совместно с передним и задним валами, заборниками, колесом вентилятора и ведомой шлицевой втулкой. Балансировка производится на переднем роликовом и среднем шариковом подшипниках.

Допустимый дисбаланс равен 10 Гсм. Дисбаланс узла устраняется при помощи балансировочных винтов 8 (см. рис. 28), ввертываемых в торцы заборников.

Заборники 2 и 3 колеса компрессора изготовлены из штамповки сплава АК4-1. Заборник состоит из ступицы с 29 лопатками соответственно числу лопаток колеса. Для уменьшения потерь на удар при входе воздуха лопасти имеют профиль,

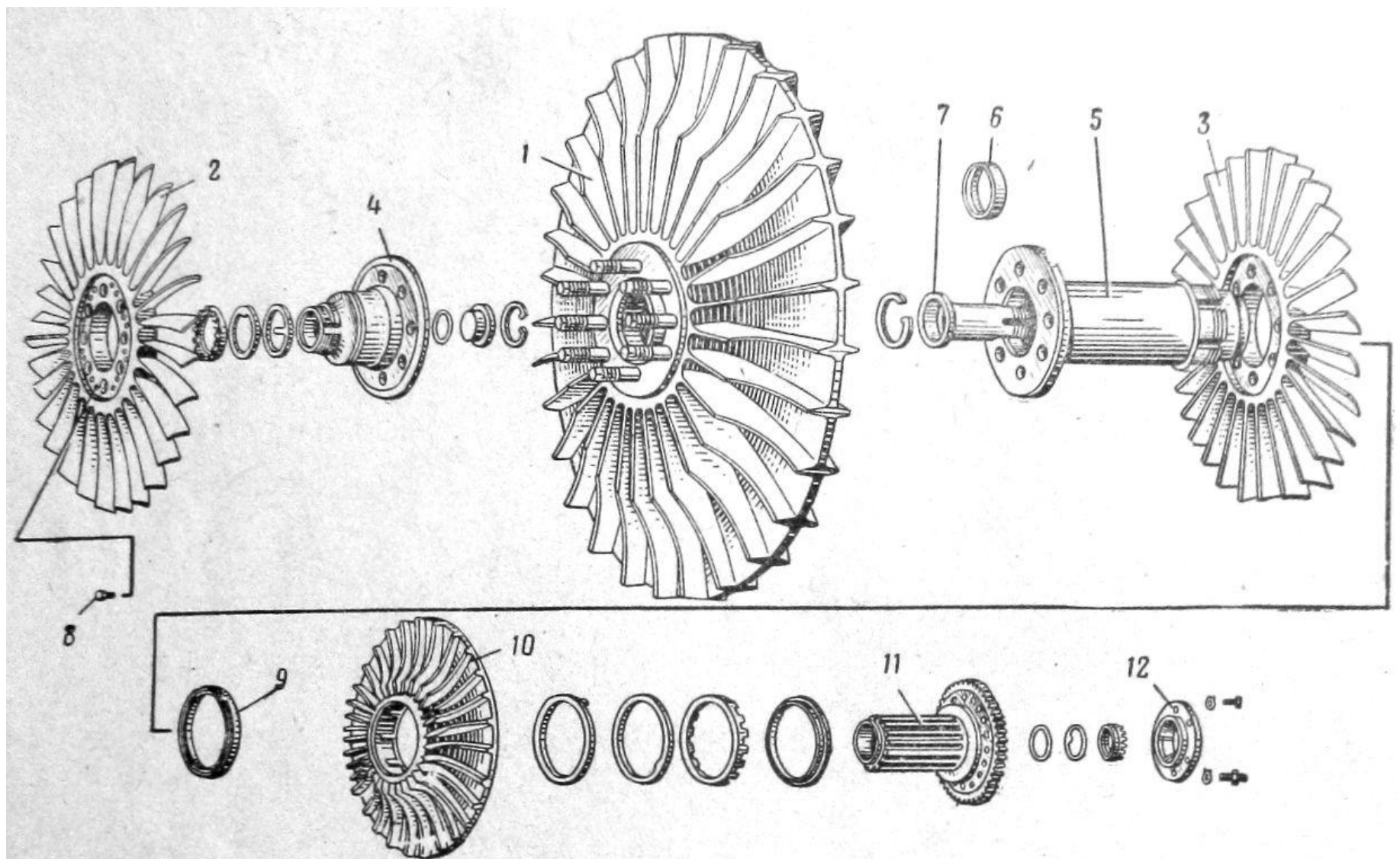


Рис. 28. Узел ротора, компрессора:

1 — колесо компрессора; 2 — передний заборник; 3 — задний заборник; 4 — передний вал колеса компрессора; 5 — задний вал колеса компрессора; 6 — упорная втулка; 7 — стяжная втулка; 8 — балансирующий винт; 9 — калибровочное кольцо; 10 — колесо вентилятора; 11 — ведомая шлицевая втулка; 12 — крышка шаровой опоры

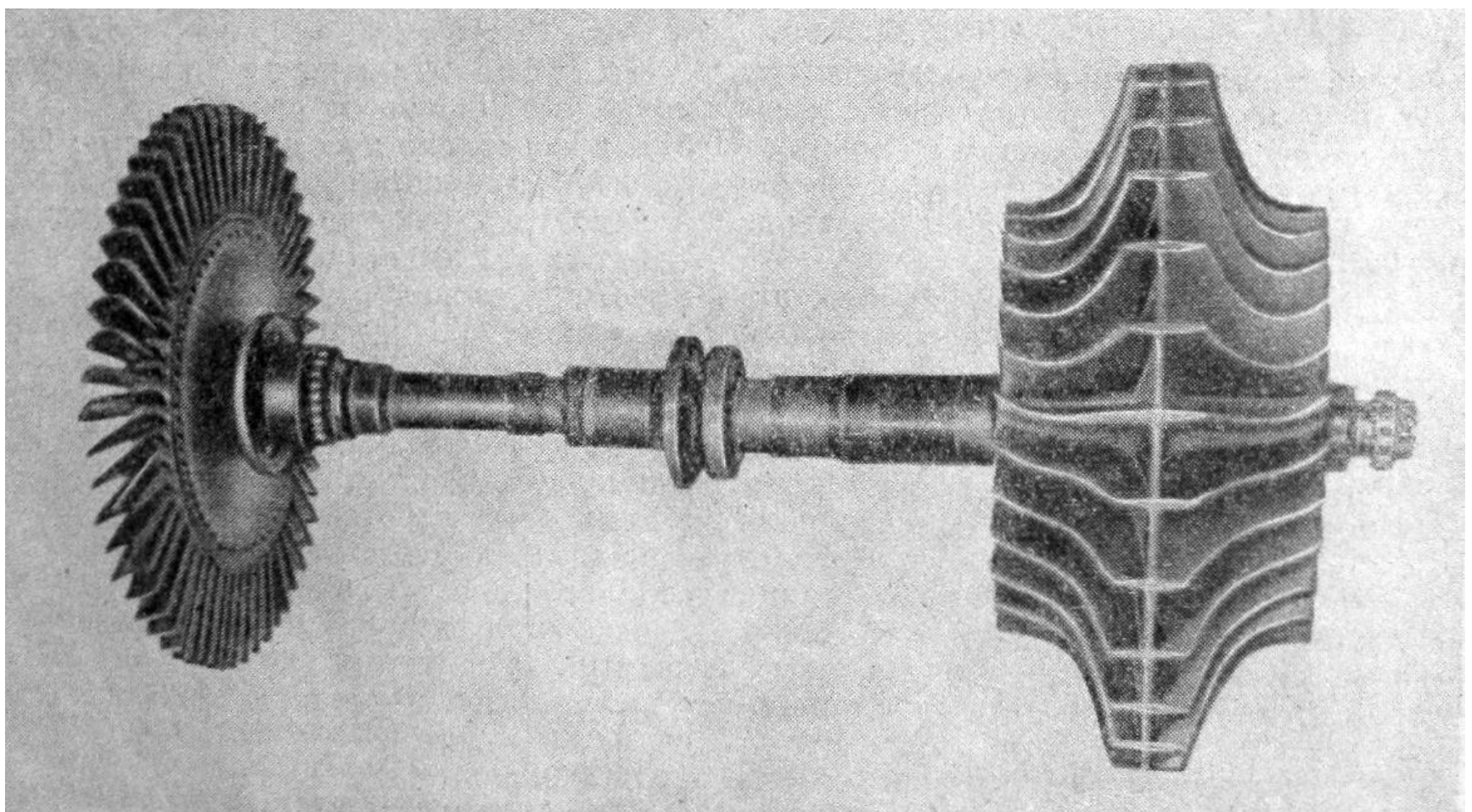


Рис. 29. Ротор компрессора и ротор турбины

загнутый в сторону вращения. В ступице имеются восемь сквозных отверстий под шпильки крепления к колесу, а также 16 несквозных резьбовых отверстий под балансировочные винты 8 с зенковками под головки винтов. Лопатки заборников обрабатываются также чисто, как и поверхности колеса, и подвергаются анодированию.

Внутренние отверстия заборников, а также соответствующие посадочные места переднего и заднего валов колеса компрессора выполнены коническими для создания необходимого натяга по диаметру.

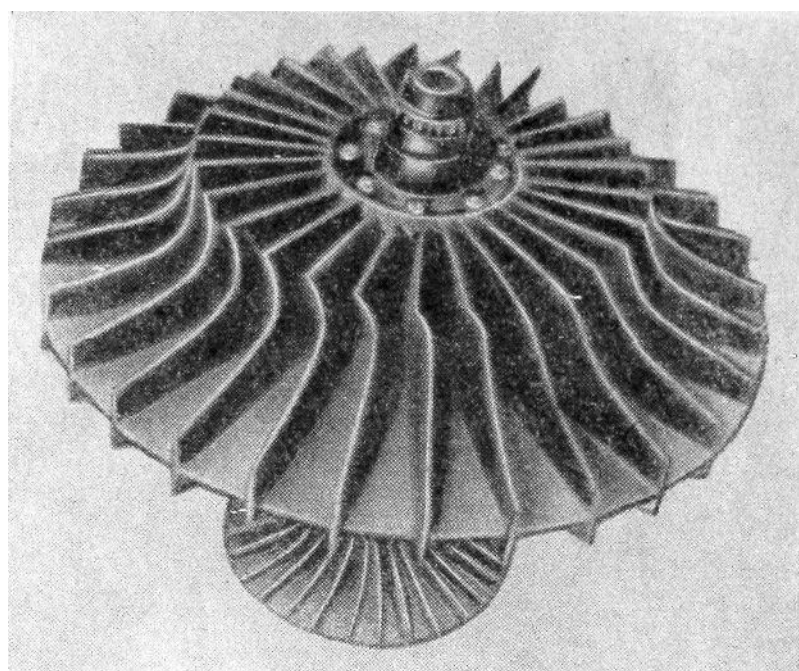


Рис. 30. Ротор компрессора с крыльчаткой вентилятора

Шпильки заборников при затяжке гаек контролируются на вытяжку, которая составляет от 0,09 до 0,12 мм.

Торцы лопаток заборников, прилегающие к лопаткам колеса компрессора, выполнены с уклоном к оси. При монтаже заборников верхушки лопаток торцами упираются в торцы лопаток колеса компрессора, а у оснований остается зазор.

Благодаря этому заборники хорошо прилегают к фланцам валов и надежно затягиваются, что обеспечивает надежную работу лопаток в условиях вибрационных нагрузок.

Вследствие силового воздействия потока лопатки заборников прогибаются в сторону, противоположную вращению. Во избежание чрезмерного смещения лопаток заборников относительно лопаток колеса компрессора заборники ставятся с небольшим опережением относительно лопаток колеса компрессора.

Заборники колеса компрессора проходят статическую балансировку до состояния безразличного равновесия.

Передний вал 4 колеса компрессора изготовлен из поковки легированной стали 40ХНМА в виде тонкостенного цилиндра ступенчатой формы. Передний конец вала опирается на передний роликовый подшипник, внутренняя обойма которого зажата на валу гайкой.

На большом диаметре вала имеются маслоотражающий буртик и два пояска, из которых один — цилиндрический входит в лабиринтное уплотнение переднего подшипника, а другой — конический служит для посадки переднего воздухозаборника колеса компрессора.

На заднем конце вала 4 имеется фланец, которым вал зажимается между колесом компрессора и заборником; во фланце просверлены восемь от-

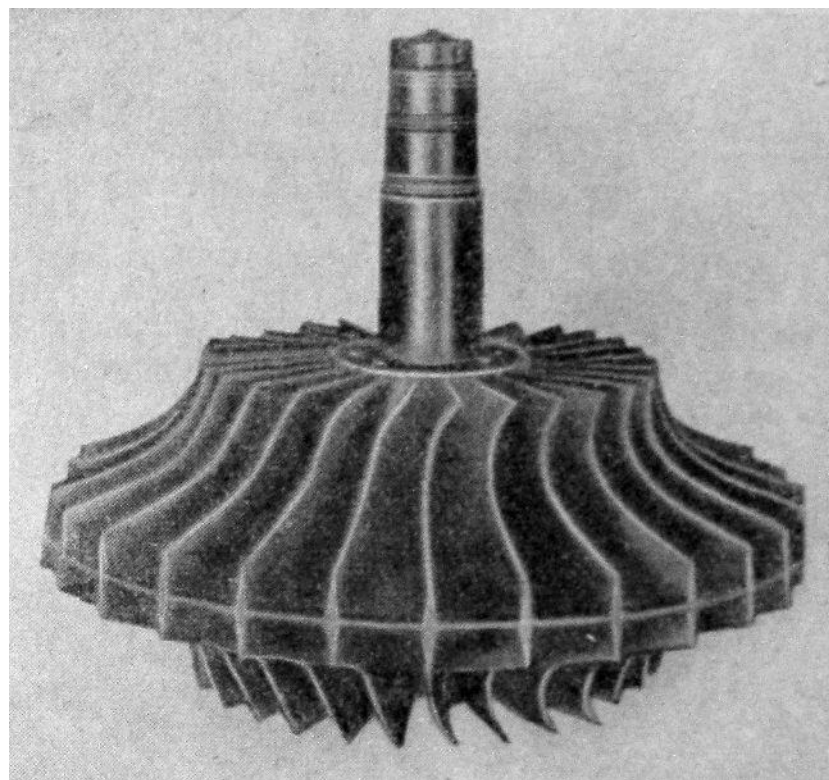


Рис. 31. Ротор компрессора

верстий под шпильки колеса. Вал пустотелый, для исключения возможности попадания в него масла из коробки приводов глушится алюминиевой пробкой, которая уплотняется резиновым кольцом и контрится разрезным кольцом.

В задней части внутренней полости вала расточен поясок для посадки вала на буртик колеса.

В передней части вал имеет внутренние шлицы для соединения с рессорой ведущего зубчатого колеса коробки приводов. Для предохранения от коррозии вал кадмируется.

Задний вал 5 колеса компрессора изготовлен из поковки легированной стали 40ХНМА. Вал полый, тонкостенный. Спереди он имеет фланец, с помощью которого зажимается между колесом и задним заборником, и конус для посадки заборника. Для посадки вала на колесо компрессора со стороны фланца внутри имеется выточка под центрирующий выступ на ступице колеса, а во фланце — восемь отверстий.

В средней части заднего вала 5 компрессора имеются буртик и шлицы, на которых монтируется колесо 10 вентилятора, крепящееся гайкой.

Осевая фиксация крыльчатки достигается подбором регулировочного кольца, упирающегося в буртик вала.

Цилиндрический участок вала позади крыльчатки вентилятора входит в лабиринтное уплотнение среднего подшипника.

На заднем конце вала проточен посадочный пояс, на котором устанавливаются регулировочное кольцо и внутренняя обойма среднего шарикоподшипника.

Во внутреннюю полость задней части вала запрессована упорная втулка 6 с внутренними канавками.

В канавку упорной втулки вставляется стяжная втулка 7, предназначенная для затяжки внутренней обоймы среднего подшипника и ведомой шлицевой втулки 11. Стяжная втулка запирается стопорным кольцом. На внутренней поверхности задней части вала имеются шлицы, сопрягающиеся с наружными шлицами ведомой шлицевой втулки.

В шлицах вала один паз пропущен, т. е. зуб выполнен тройной ширины, как и на ведущей шлицевой втулке.

Поэтому вынутая ведомая втулка может быть поставлена только в прежнее положение. Этим устраняется возможное нарушение балансировки колеса компрессора. Для предохранения от коррозии вал кадмируется.

Лопаточный диффузор

Лопаточный диффузор (рис. 32) изготовлен из поковки алюминиевого сплава АК4-1.

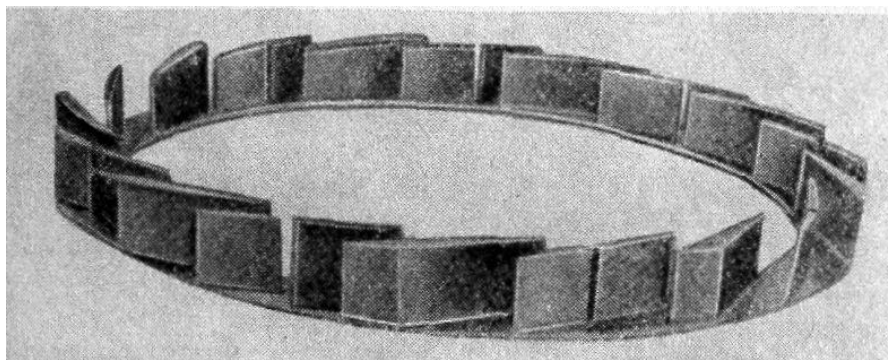


Рис. 32. Лопаточный диффузор

Диффузор состоит из стенки, с помощью которой он центрируется в выточке на стенке корпуса компрессора, и 18 лопаток, из которых девять более толстых, клиновидных, расположены между выходными патрубками, а девять тонких — под патрубками.

Для получения необходимого уширения каналов на стенке диффузора и крышке компрессора сделано девять дополнительных скосов. В каждой лопатке просверлено по одному отверстию под стяжные болты.

Тонкие лопатки прорезаются отверстиями насквозь по образующим, поэтому на болтах, проходящих через них, сняты лыски вровень с профилем. Рабочие поверхности диффузора тщательно обрабатываются и подвергаются анодированию.

Рабочий процесс в компрессоре

Механическая работа, подведенная от газовой турбины к колесу компрессора, расходуется на ра-

боту сжатия воздуха, увеличение его кинетической энергии и на преодоление гидравлических потерь в компрессоре.

Воздух, засасываемый компрессором из атмосферы, проходит через защитную сетку 1 (см. рис. 19, 20), обтекая при этом стержни силовой фермы 2 и проходит через неподвижный радиальный направляющий аппарат 3, образованный пятидесятью лопатками, расположенными по образующим наружного диаметра. В неподвижном радиальном направляющем аппарате воздуху сообщается предварительная закрутка, направленная по вращению колеса, благодаря чему значительно снижаются волновые потери на входе в компрессор и уменьшается потребный угол загиба входных кромок воздухозаборников колеса, что увеличивает их пропускную способность.

В четырех конфузорных каналах, образованных тремя конусообразными направляющими перегородками, происходит плавный поворот воздушного потока от радиального направления на входе во входные патрубки до осевого на входе в колесо компрессора. Для безударного входа и связанного с этим уменьшения потерь энергии при движении воздуха через компрессор лопатки воздухозаборников 2 и 3 (см. рис. 28) загнуты по направлению

вращения колеса так, чтобы относительная скорость потока была направлена по касательной к их передней кромке.

При движении в межлопаточных каналах колеса компрессора воздух под действием центробежной силы сжимается и увеличивает свою кинетическую энергию за счет прироста абсолютной скорости.

На выходе из колеса воздух имеет скорость несколько больше скорости звука. В безлопаточном диффузоре часть кинетической энергии воздуха преобразуется в давление, благодаря чему скорость снижается до предельно допустимой с точки зрения эффективной работы лопаточного диффузора.

В лопаточном диффузоре основная часть кинетической энергии воздушного потока преобразуется в энергию давления.

Сжатый воздух из лопаточного диффузора по девяти выходным патрубкам 5 (см. рис. 25) отводится к камерам сгорания, при этом происходит дополнительное поджатие его за счет дальнейшего некоторого уменьшения скорости.

КАМЕРЫ СГОРАНИЯ

Двигатель имеет девять индивидуальных прямых камер сгорания, расположенных вокруг корпуса заднего входного патрубка и наклоненных под углом 25° к продольной оси двигателя в сторону турбины.

Воздух из компрессора через выходные патрубки поступает в камеры, где он разделяется на два потока — первичный (меньшая часть) и вторичный (большая часть).

Первичный воздух поступает в жаровые трубы, где непосредственно участвует в горении топлива, распыливаемого рабочими форсунками.

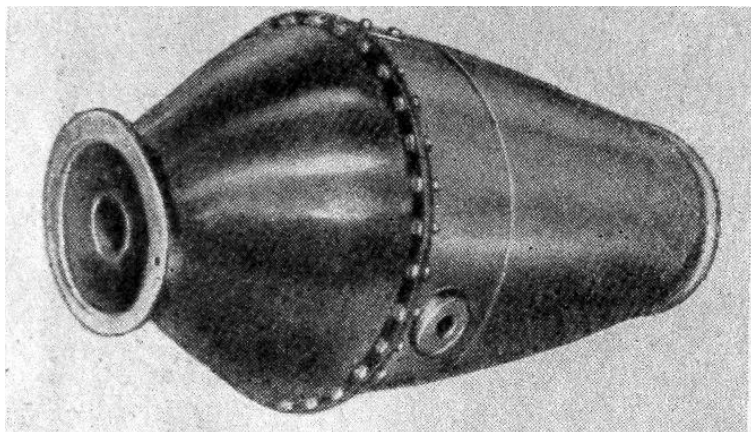


Рис. 33. Камера сгорания

Вторичный воздух движется в кольцевом зазоре между жаровой трубой и кожухом, охлаждая стенки жаровой трубы и препятствуя утечке тепла наружу.

Каждая камера сгорания (рис. 33, 34) состоит из трех основных частей: горловины 3, кожуха 6 и жаровой трубы 5.

Горловины камер сгорания. Горловина 3 (см. рис. 34) отлита из алюминиевого сплава АЛ4 и представляет собой деталь сферической формы с двумя фланцами. Малым фланцем горловина крепится к выходному патрубку компрессора; большим фланцем — тридцатью болтами к фланцу кожуха камеры сгорания.

Со стороны малого фланца имеется внутренняя расточка для центрирования сферического вкладыша. Между горловиной и выходным патрубком компрессора проложен сферический вкладыш 1, который предназначен для уплотнения соединения. На большом фланце нанесена установочная риска, которая совмещается с риской на фланце кожуха для правильного взаимного расположения деталей при сборке камеры сгорания. Горловина соединена с кожухом болтами 2, между горловиной и кожухом положена уплотнительная прокладка 4.

На горловине камеры сгорания № 1 имеются два прилива с резьбовыми отверстиями для штуцеров замера температуры и давления воздуха. При оправке двигателей с завода эти отверстия заглушаются пробками.

На горловинах камер сгорания № 4 и 7 имеются приливы с отверстиями для крепления фланцев

дренажных трубок. На горловинах камер № 5 и 5 имеются по два таких прилива. К ним соответственно крепятся фланцы дренажных трубок из камер № 4 и 7 и фланцы трубок дренажного клапана.

На горловине камеры сгорания № 6, кроме того, имеется треугольная бобышка для крепления кронштейна дренажного клапана, а на горловине камеры № 4 — прилив с резьбовым отверстием для штуцера отвода воздуха к регулятору АРТ-8А.

Горловины камер сгорания № 2, 3, 8 и 9 взаимозаменяемы.

Кожухи камер сгорания. Кожух (рис. 35) камеры сгорания состоит из двух секций — первой секции и второй секции, в которую входят конус фланца, кольца уплотнения, фланец стакана подвески и два фланца соединительных патрубков.

Секции кожуха цельнотянутые из листовой стали 10СП толщиной 1, 2 мм. Фланец соединен с первой секцией при помощи пайки латунным припоем; фланец стакана подвески приварен газовой сваркой. Все остальные детали соединены между собой роликовой сваркой.

Фланец, изготовленный из стали 25, имеет 30 равномерно расположенных по окружности отверстий под болты и служит для соединения кожуха с горловиной. На наружной поверхности фланца нанесена установочная риска. Кольцо уплотнения, приваренное к конусу, изготовлено из жаростойкого материала IX18H9T и для уменьшения износа хромировано. Наружной сферической поверхностью кольцо входит в переходной фланец, газосборника; на внутреннюю цилиндрическую поверхность кольца своими бобышками опирается жаровая труба. Такое соединение кожуха с газосборником дает возможность камерам сгорания удлиняться во время их работы.

К первой секции в специально выштампованных местах приварены два фланца соединительных патрубков и фланец стакана подвески. К первым, секциям кожухов камер сгорания № 3 и 8 дополнительно приварены фланцы пусковых форсунок, а ко вторым секциям — отстойники с фланцами крепления сливных штуцеров. Фланцы крепления сливных штуцеров приварены также к камерам сгорания № 4 и 7. Ко второй секции камеры сгорания № 6 приварен фланец крепления сливного штуцера, соединенного стальной дренажной трубкой с корпусом газосборника. Кожухи № 1, 2, 5 и 9 взаимозаменяемы.

В кольцевые выточки фланцев соединительных патрубков завальцованы уплотнительные кольца, изготовленные из прорезиненной асбестовой ткани и служащие для предотвращения утечки воздуха наружу.

Наружные поверхности секций выкрашены серебристой жаростойкой силикано-алюминиевой эмалью.

Жаровые трубы. Жаровая труба (рис 36) состоит из входного конуса 1 (рис 37), колпака 2, конуса с завихрителем 3, первой секции 4, промежуточной секции 5, второй секции 6 и манжеты 7. Все детали изготовлены из жаростойких сплавов ЭИ435 и IX18H9T и соединены между собой роли-

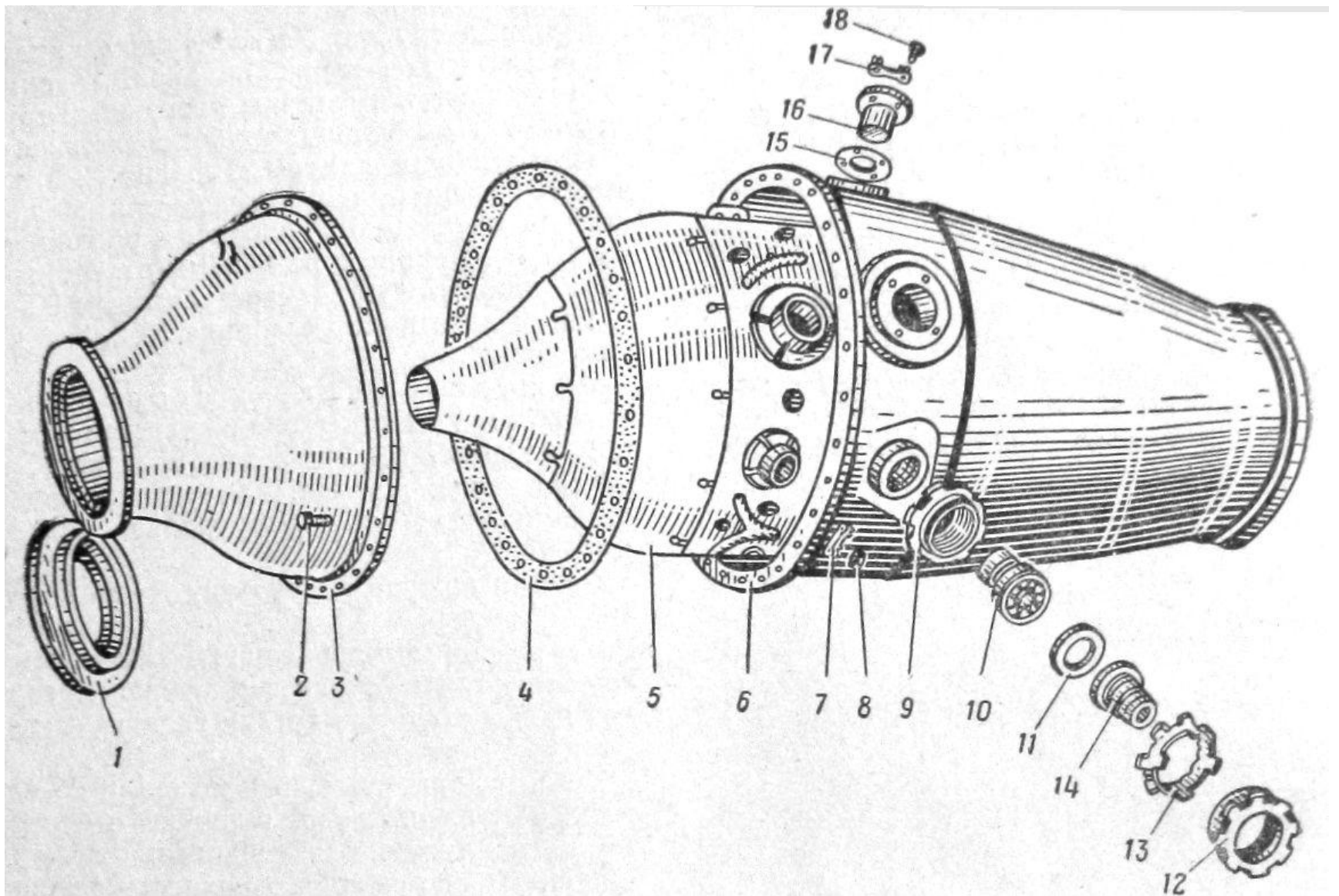


Рис. 34- Детали камеры сгорания:

1—сферический вкладыш; 2—болт; 3—горловина; 4—прокладка; 5—жаровая труба камеры сгорания № 8; 6—кожух камеры сгорания № 8; 7—контрольная планка; 8—гайка; 9—фланец резьбовой; 10—соединительный патрубок; 11—прокладка; 12—гайка соединительного патрубка; 13—кольцо контрольное; 14—соединительный патрубок; 15—прокладка; 16—стакан подвески; 17—контрольная шайба; 18—винт

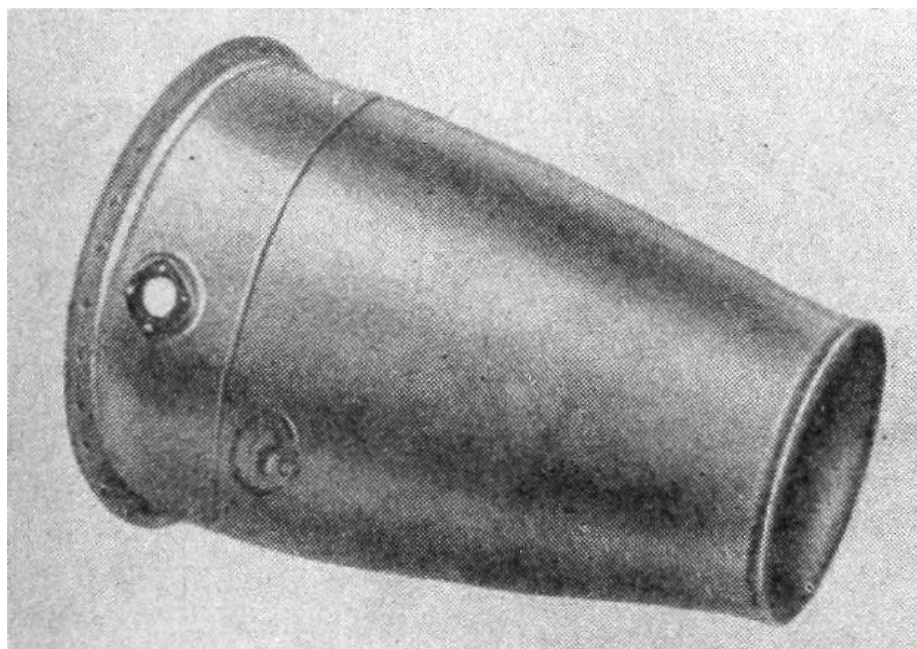


Рис. 35. Кожух камеры сгорания

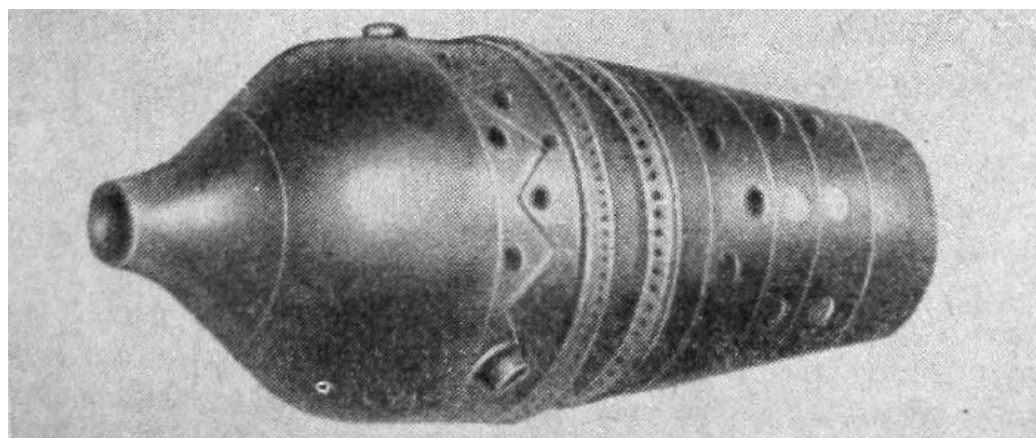


Рис. 36. Жаровая труба

ковой или точечной сваркой. Сварные швы тщательно зачищены во избежание попадания частиц металла (выплесков), увлекаемых потоком газов на лопатки соплового аппарата и турбины.

Спереди к конусу жаровой трубы приварена перегородка 8, имеющая три concentрично расположенных ряда отверстий — по 30 отверстий в каждом ряду.

В конус жаровой трубы точечной сваркой вварен завихритель 9, состоящий из наружного кольца 10, десяти лопаток 11, установленных под углом 42° к продольной оси трубы, и втулки 12 рабочей форсунки. Лопатки своими лапками приварены точечной сваркой к наружному кольцу и втулке. Отверстие втулки является посадочным местом для корпуса рабочей форсунки.

Секция имеет два охлаждающих пояса с 90 и 58 отверстиями. Вторая секция имеет четыре ряда больших отверстий и три кольцевых гофра для увеличения жесткости. Жаровая труба заканчивается манжетой с восемью выдавленными наружу бобышками, которыми она опирается на внутреннюю цилиндрическую поверхность кольца уплотнения кожуха камеры сгорания.

Все отверстия жаровой трубы тщательно заполированы для предотвращения трещин.

Жаровая труба фиксируется спереди в кожухе в трех точках: стаканом подвески 16 (см. рис. 34) — пустотелым пальцем, который вставляется снаружи и крепится к кожуху четырьмя винтами 18, и двумя соединительными патрубками (рис. 38). Сзади жаровая труба фиксируется в уплотнительном.

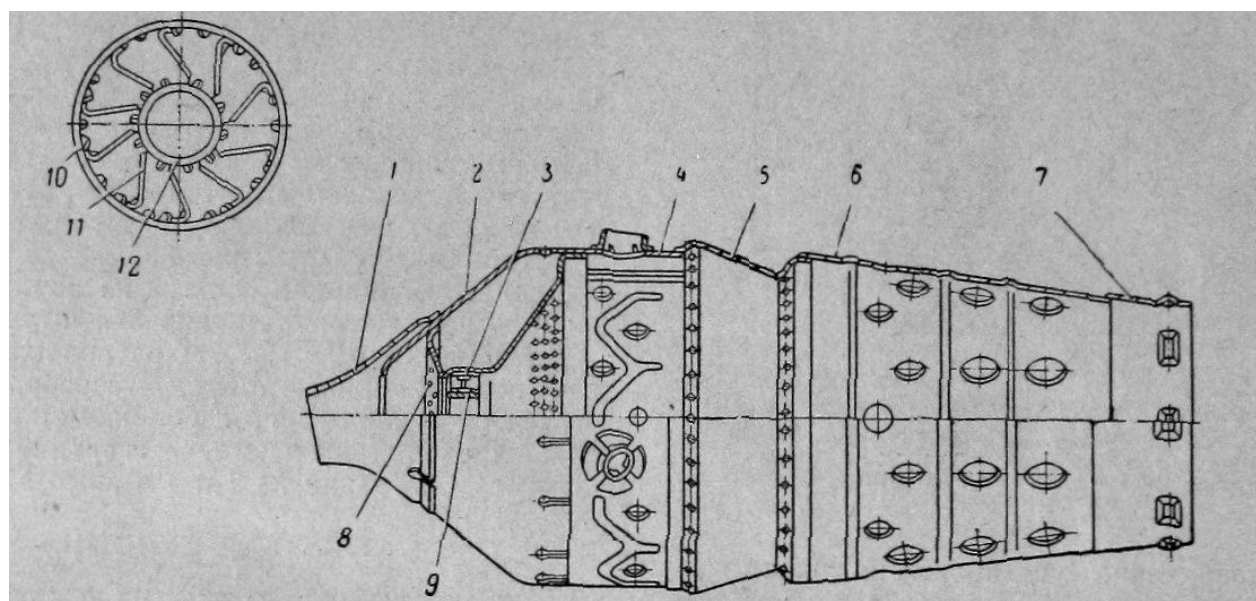


Рис. 37. Детали жаровой трубы:

1—входной конус; 2—колпак; 3—конус с завихрителем; 4—первая секция; 5—промежуточная секция; 6—вторая секция; 7—манжета; 8—перегородка; 9—завихритель; 10—наружное кольцо завихрителя; 11—лопатка завихрителя; 12—втулка

Конус, как и перегородка, имеет три ряда отверстий — по 30 отверстий в каждом ряду и дополнительный ряд с шестидестью отверстиями. На входном конусе и колпаке в местах приварки имеются прорезы, заканчивающиеся сверлением. Назначение этих, так называемых, компенсационных пазов — обеспечить возможность свободного расширения в зоне сварки деталей, имеющих неодинаковую температуру при работе камеры сгорания. Пазы колпака имеют внутреннюю отбортовку для предотвращения трещин.

Первая секция жаровой трубы имеет два ряда расположенных в шахматном порядке отверстий и приваренные точечной сваркой две втулки соединительных патрубков и втулку стакана подвески. Кроме того, на жаровых трубах № 3 и 8 первой секции имеются патрубки пусковых форсунок.

Поверхность секции имеет выдавленные зигзагообразные гофры, увеличивающие ее жесткость для уменьшения коробления.

Промежуточная секция имеет сложную конфигурацию и выполнена методом холодной вытяжки с последующей раскаткой из материала толщиной 1,75 мм.

кольце кожуха манжетой 7 (см. рис 37) с помощью восьми выштампованных на ней бобышек. Такая конструкция обеспечивает возможность свободного удлинения жаровой трубы в кожухе при ее работе.

Первичный воздух, поступающий в трубу через отверстие входного конуса, проходит через завихритель и закручивается для лучшего перемешивания с топливом.

Часть этого воздуха, проходя через отверстия перегородки и конуса, также завихряется.

Первичный воздух направляется непосредственно в зону горения и обеспечивает сгорание всей основной массы топлива.

Вторичный воздух, проходя через отверстия (в основном второй секции) внутрь жаровой трубы, обеспечивает снижение температуры в газовом потоке и создает равномерное температурное поле на выходе из камеры сгорания, при этом происходит догорание продуктов неполного окисления и частичное несгоревшего топлива.

Все жаровые трубы, кроме труб № 3 и 8, взаимозаменяемы.

Соединительные патрубки (рис. 38). Соединительные патрубки сообщают между собой все камеры сгорания и служат для переброса пламени при запуске двигателя и выравнивания дав-

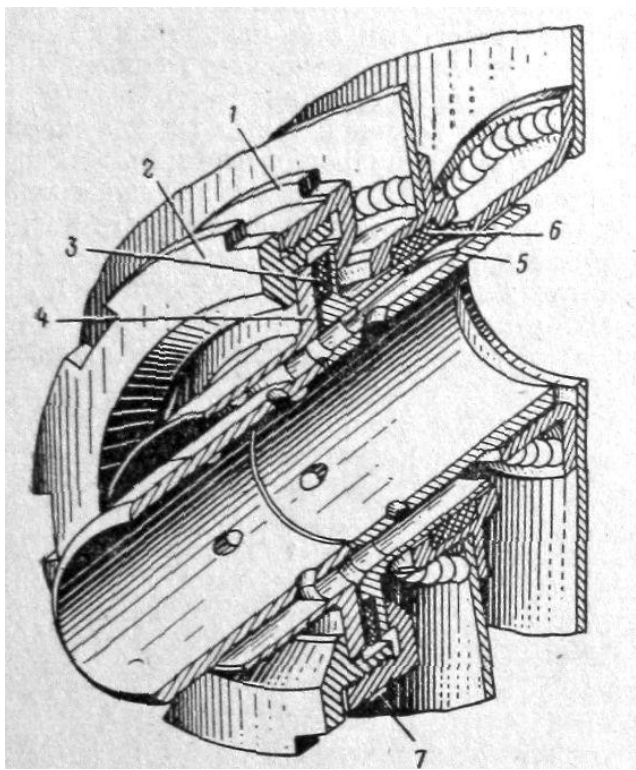


Рис. 38. Соединительный патрубок:

1 — гайка соединительного патрубка; 2 — фланец резьбовой; 3 — медно-асбестовая прокладка; 4, 5 — соединительные патрубки; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — кольцо контровочное

ления; одновременно они являются точками подвески жаровой трубы в кожухе. Патрубок вставляется через фланец кожуха и центрируется в нем

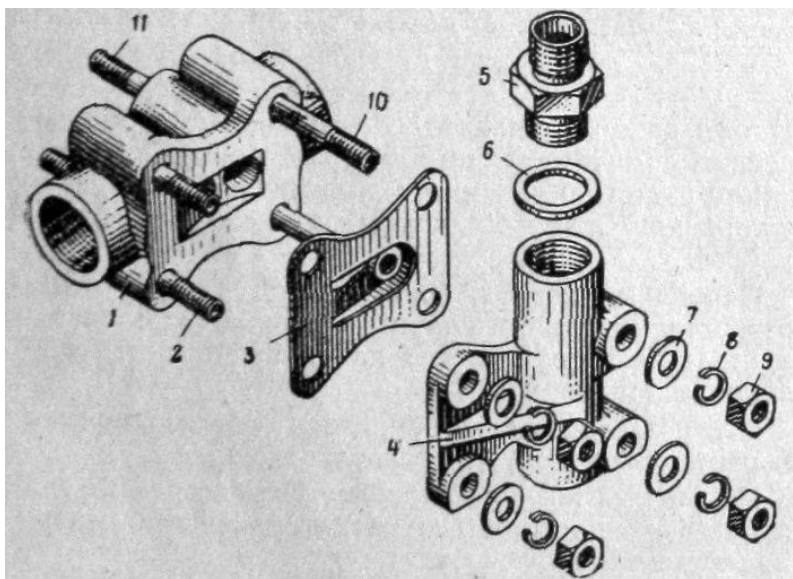


Рис. 39. Детали дренажного клапана:

1 — корпус дренажного клапана; 2 — шпилька; 3 — клапан с пластинчатой; 4 — крышка; 5 — штуцер; 6 — прокладка; 7 — шайба; 8 — шайба разрезная; 9 — гайка; 10, и 11 — шпильки

наружной поверхностью юбки. Герметичность соединения обеспечивается уплотнительным кольцом 6.

Меньшим своим диаметром патрубков входит во втулку жаровой трубы, фиксируя ее. Наружные

поверхности юбки и цилиндрической части меньшего диаметра хромированы для предотвращения выработки.

Патрубки изготовлены из жаростойкого сплава ЭИ-435. Для охлаждения стенок патрубка имеется десять отверстий на торце его фланца и шесть косых отверстий во внутренней цилиндрической части, через которые проходит часть воздуха вторичного потока. В две соседние камеры сгорания вставляются различные патрубки: в одну — с гладким торцом, а во вторую — с кольцевой выточкой по отверстиям, что необходимо для сообщения кольцевых полостей патрубков при несовпадении торцевых отверстий. Торцы соединительных патрубков стягиваются накладными гайками 1, которые контрятся специальным кольцом 7. Для уплотнения стыка патрубков между их торцами прокладывается медно-асбестовая прокладка 3.

На двигателе каждая камера крепится с помощью двух болтов, стягивающих фланец горловины с фланцем выходного патрубка компрессора. Камеры сгорания № 3, 4, 5 и 6, 7, 8 соединены между собой дренажными трубками. Из камер № 5 и 6 не сгоревшее топливо по трубкам отводится к дренажному клапану (рис. 39).

Дренажный клапан состоит из корпуса 1, крышки 4, пластинчатого клапана 3 и штуцера 5.

Дренаж камер № 1, 2 и 9, расположенных сверху и имеющих наклон в сторону газосборника, осуществляется в корпус газосборника и далее через дренажную трубку к камере сгорания № 6.

Камеры сгорания № 2 и 9 взаимозаменяемы.

ГАЗОВАЯ ТУРБИНА

Газовая турбина состоит из следующих основных узлов: газосборника, соплового аппарата, корпуса и ротора турбины, подшипника, соединительной муфты и системы охлаждения.

Газосборник

Газосборник (рис. 40, 41) состоит из следующих основных деталей: корпуса 1 (рис. 42), воздухоотводящей коробки 7, крышки 6 корпуса, патрубков 3, барабана 18.

Корпус 18 (рис. 43) газосборника отличается из теплоустойчивого чугуна ЧНМ.

Передняя цилиндрическая часть корпуса имеет два фланца: передний — для крепления к корпусу заднего подшипника и задний — для крепления барабана газосборника. В цилиндрической стенке имеется девять отверстий под воздушные трубки с выточками под уплотнительные кольца. К конусной части корпуса газосборника имеется девять окон под переходные фланцы 8 газосборника для кожухов камер сгорания.

Для увеличения прочности корпуса стенки между окнами снаружи окаймлены ребрами, высота которых увеличивается в месте наибольшего сближения окон. Изнутри фланцы окон также связаны с цилиндрической частью ребрами.

На конусной части снаружи расположено девять Приливов с отверстиями для воздушных патрубков и шесть приливов для крепления противопожарных

трубок. В нижней части имеется прилив с отверстием для дренажного штуцера. В верхней части имеется прилив с двумя шпильками для крепления рыма 6.

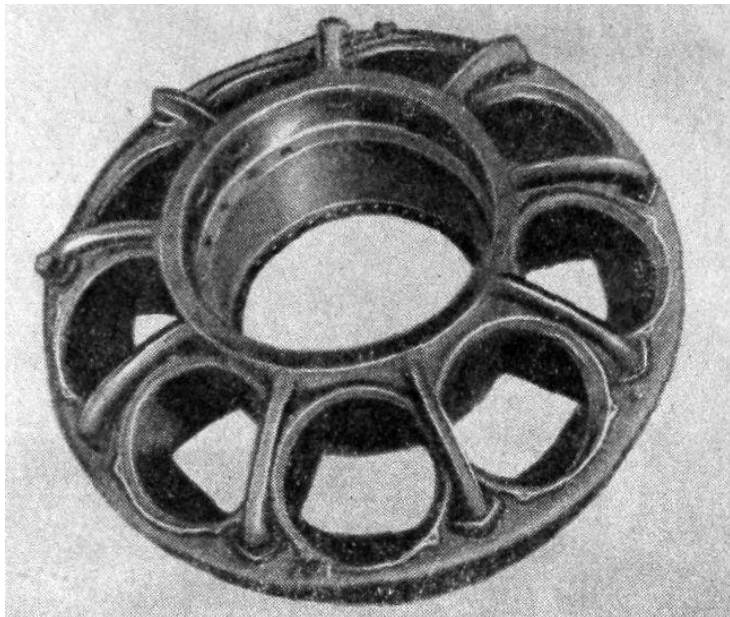


Рис. 40. Газосборник (вид спереди)

Конусная часть корпуса сзади переходит в цилиндрическую и заканчивается фланцем с 27 отверстиями под шпильки для крепления крышки 23 газосборника.

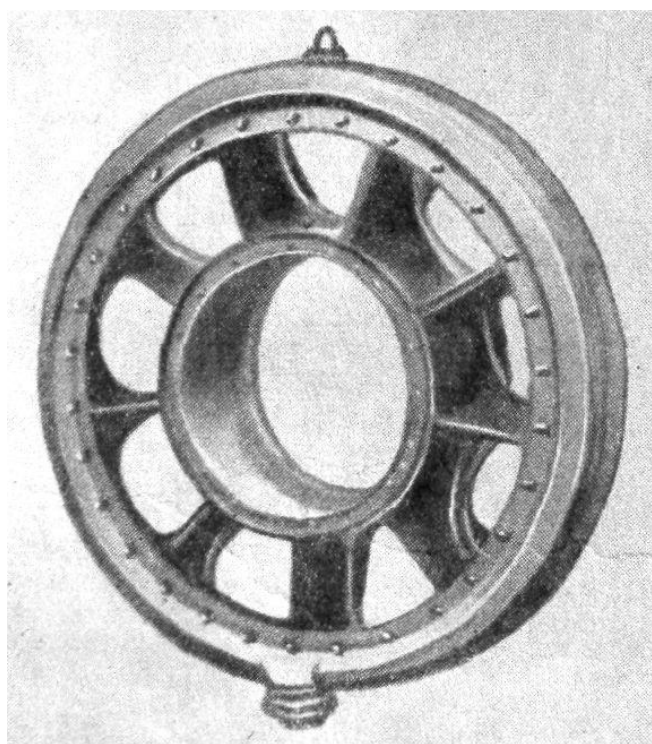


Рис 41. Газосборник (вид сзади)

К внутреннему фланцу корпуса газосборника последовательно крепятся следующие детали: барабан газосборника 18 (см. рис. 42), внутренняя

обойма 22 соплового аппарата, кольцо лабиринта 23 и лабиринтное уплотнение 24.

К заднему фланцу крепятся крышка 6 корпуса газосборника, воздухоотводящая коробка 7, направляющее кольцо 13 газосборника, наружная обойма 8 соплового аппарата и корпус 11 турбины.

На внутренних торцах девяти окон корпуса газосборника имеется по 4 шпильки для крепления переходных фланцев 2 и патрубков 3 газосборника. Переходные фланцы изготавливаются из стали 20 и хромируются.

Внутренние поверхности переходных фланцев сопрягаются со сферической поверхностью колец уплотнения кожухов камер сгорания.

Из внутренней полости газосборника охлаждающий воздух отводится при помощи девяти воздушных трубок 28 и патрубков 30 в воздухоотводящую коробку 7. Воздушные трубки и патрубки изготавливаются из жаропрочной стали 1Х18Н9Т.

Передние концы воздушных трубок вставляются в отверстия корпуса и уплотняются кольцами 27 из асбестовой ткани, заполненной резиной.

К заднему концу воздушной трубки приварен фланец 39, который двумя винтами 38 крепится к бобышке корпуса газосборника. Между фланцами воздушных трубок и поверхностью этих же бобышек установлены фланцы воздушных патрубков и две паронитовые прокладки.

К корпусу газосборника сверху на двух шпильках крепится рым 4 для подъема двигателя при монтаже.

Воздухоотводящая коробка 1 (рис. 44) представляет собой коллектор, куда поступает охлаждающий воздух из девяти патрубков и затем через штуцер 33 (см. рис. 42), приваренный к нижней части коробки, отводится в атмосферу.

Воздухоотводящая коробка и патрубок 34 изготавливаются из листовой стали 10 и для предохранения от коррозии покрываются силикано-алюминиевой эмалью. Штуцер 33 также изготавливается из стали 10 и цинкуется. На штуцер накинута накидная гайка 31, которая удерживает деревянную заглушку 32.

При постановке двигателя на самолет взамен заглушки устанавливается воздухоотводящий патрубок. Воздухоотводящая коробка передним фланцем крепится с помощью девяти планок 5 к переднему фланцу крышки, а задний фланец ее зажат между направляющим кольцом 13 газосборника и задним торцом крышки. Направляющее кольцо 24 (см. рис. 43) газосборника изготавливается из жаропрочного стального литья 21-11-2, 5.

Крышка корпуса 23 отливается из чугуна ЧНМ.

В передней части крышка имеет цилиндрический бурт, которым она центрируется относительно корпуса, и фланец, которым крепится к плоскости корпуса.

В конусной части крышки отлито девять гнезд со сквозными отверстиями для воздушных патрубков и канавками для их уплотнения. На заднем фланце имеется пояс для центрирования направляющего кольца 24 газосборника. К заднему торцу крышки крепятся фланцы воздухоотводящей коробки, на-

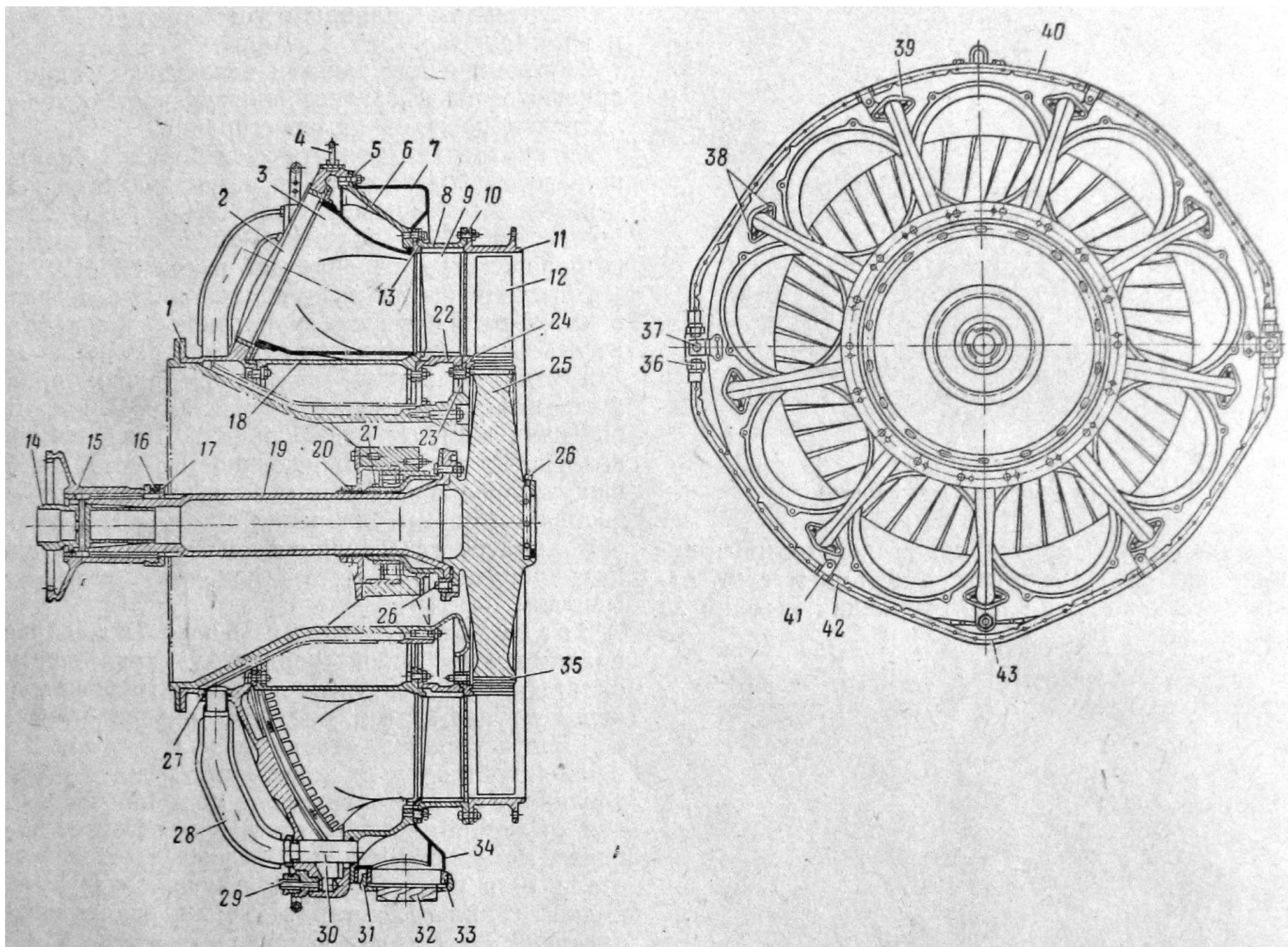


Рис. 42. Узел газосборника, соплового аппарата и колеса турбины:

1—корпус газосборника; 2—переходный фланец газосборника; 3—патрубок газосборника; 4—рым подъемный; 5—планка зажимная; 6—крышка корпуса газосборника; 7—воздухоотводящая коробка; 8—наружная обойма соплового аппарата; 9—лопатка соплового аппарата; 10—болт призонный; 11—корпус турбины; 12—лопатка колеса турбины; 13—направляющее кольцо газосборника; 14—сферический хвостовик вала колеса турбины; 15—ведущая шлицевая втулка; 16—фиксатор; 17—Фиксирующая втулка; 18—барабан газосборника; 19—вал колеса турбины; 20—втулка вала колеса турбины; 21—гайка крепления заднего роликоподшипника; 22—внутренняя обойма соплового аппарата; 23—кольцо лабиринта; 24—лабиринтное уплотнение; 25—диск колеса турбины; 26—балансирующий палец; 27—уплотнительное кольцо; 28—воздушная трубка с фланцем; 29—дренажная трубка; 30—воздушный патрубок; 31—накидная гайка; 32—заглушка; 33—штуцер; 34—патрубок; 35—пластинка; 36—накидная гайка; 37—тройник; 38—винты; 39—фланец воздушной трубки; 40—противопожарная трубка верхняя; 41—хомут; 42—прокладка; 43—противопожарная трубка нижняя

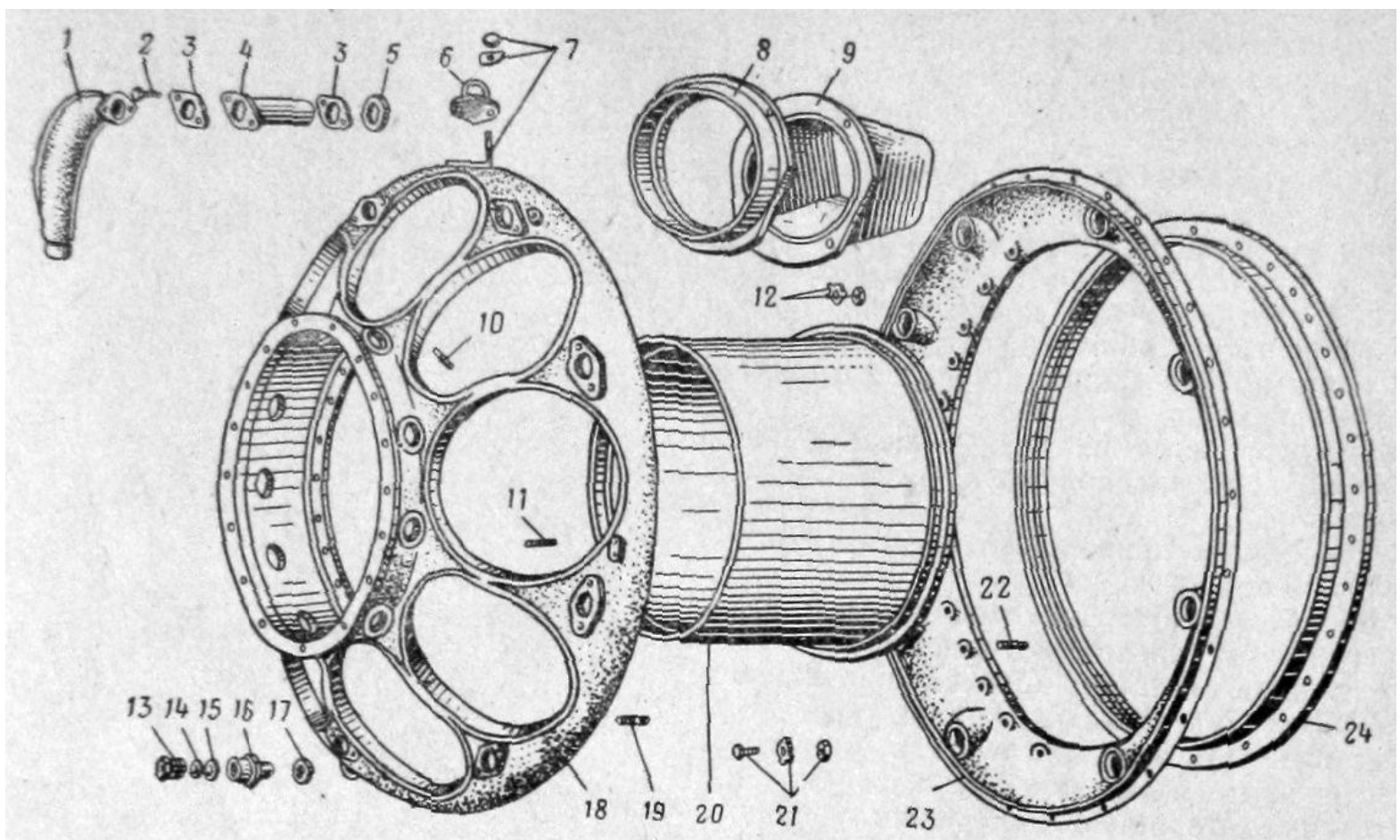


Рис. 43. Детали газосборника:

1 — воздушная трубка с фланцем; 2 — винт; 3 — прокладка; 4 — воздушный патрубок; 5 — уплотнительное кольцо; 6 — рым подъёмный; 7 — гайка, замок и шпилька для крепления рыма; 8 — переходный фланец газосборника; 9 — патрубок газосборника; 10 — шпилька для крепления патрубка газосборника; 11 — шпилька для крепления противопожарного коллектора; 12 — гайка и замок для крепления патрубка газосборника; 13 — гайка; 14 — обжимная шайба; 15 — уплотнительное кольцо; 16 — переходный штуцер; 17 — прокладка; 18 — корпус газосборника; 19 — шпильки для крепления крышки газосборника и воздухоотводящей коробки; 20 — барабан газосборника; 21 — болт, гайка и замок для крепления барабана газосборника; 22 — шпилька для крепления наружной обоймы соплового аппарата, направляющего кольца газосборника и воздухоотводящей коробки; 23 — крышка газосборника; 24 — направляющее кольцо газосборника

направляющего кольца газосборника и наружной обоймы соплового аппарата. В нижней части заднего фланца крышки имеется одно отверстие, пред-

Патрубок 3 газосборника предназначен для подвода газов от камер сгорания к лопаткам соплового аппарата и крепится консолью к корпусу

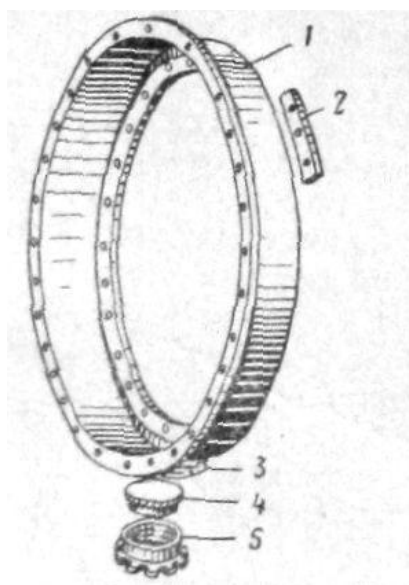


Рис. 44. Воздухоотводящая коробка:

1 — воздухоотводящая коробка; 2 — планка зажимная; 3 — штуцер; 4 — заглушка; 5 — накидная гайка

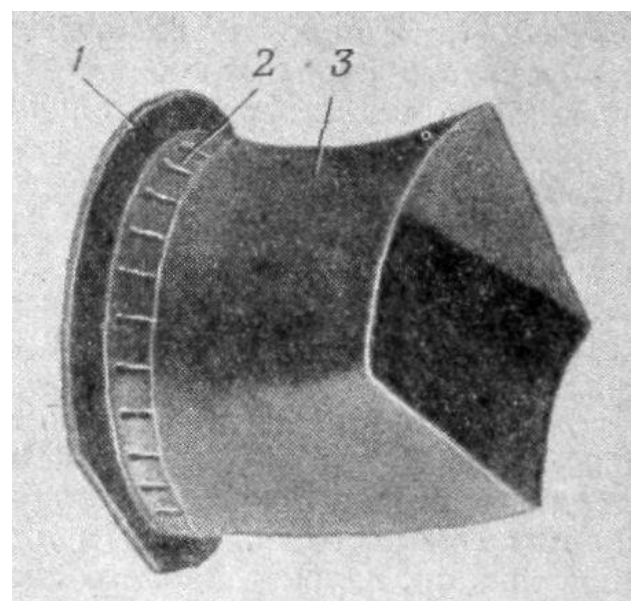


Рис. 45. Патрубок газосборника:

1 — Фланец; 2 — манжета; 3 — патрубок

назначенное для слива топлива, попадающего в сопловой аппарат при неудачном запуске, которое отводится в дренажную трубку 29 (см. рис. 42) через канавку наружной обоймы и отверстие в направляющем кольце и крышке, расположенное в нижней части, и далее в камеру сгорания № 6, а оттуда — в дренажный клапан.

газосборника четырьмя шпильками. Патрубок состоит из трех деталей: фланца 1 (рис. 45), манжеты 2 и собственно патрубка 3. Детали патрубка газосборника изготавливаются из жаропрочного материала: фланец — из стали 21-11-2,5, манжета и патрубок — из листовой стали 1X18Н9Т.

Манжета представляет собой стальное кольцо, имеющее по окружности 30 компенсационных прорезей. Манжета приваривается к фланцу роликотой электросваркой.

Конфигурация патрубка сложна: в передней части он имеет цилиндрическую форму, которая к заднему торцу плавно переходит в трапецию.

Верхняя и нижняя стороны трапеции выполнены по окружности соответственно концентрично внутренней поверхности направляющего кольца газосборника и наружной поверхности заднего фланца барабана газосборника.

Патрубок изготавливается из двух отштампованных половинок, которые свариваются встык аргондуговой сваркой.

Манжета с фланцем приваривается к патрубку электроточечной сваркой.

В зазор, образованный между манжетой и патрубком, поступает небольшое количество воздуха из камеры сгорания, которое, омывая наружную поверхность патрубка, несколько охлаждает его.

Наличие компенсационных прорезей в манжете создает эластичность в соединении патрубка с фланцем, что предотвращает появление трещин при изменении размеров патрубка в рабочем состоянии.

При постановке патрубков на газосборник зазор между боковыми стенками патрубков устанавливается в пределах 2,2—3,2 мм, между патрубками и направляющим кольцом газосборника в пределах 0,7—2 мм и между патрубками и барабаном газосборника в пределах 2,3—4 мм.

Монтаж патрубков газосборника с указанными зазорами предотвращает появление наклепов и трещин на патрубках от контакта их с сопрягающимися деталями в рабочем положении.

Барабан 18 (см. рис. 42) газосборника изготавливается из жаропрочной стали 21-11-2,5 и представляет собой цилиндр, предназначенный для крепления внутренней обоймы соплового аппарата и изоляции корпуса заднего роликотоподшипника от горячих газов.

Передним фланцем барабан центрируется в корпусе газосборника и крепится к нему 18-ю болтами (в том числе тремя призонными); к заднему фланцу также 18-ю болтами (в том числе тремя призонными) крепится внутренняя обойма соплового аппарата.

Под головки призонных болтов в заднем фланце сделаны полукруглые выборки. В заднем фланце имеются также проточки для центрирования внутренней обоймы соплового аппарата и для фиксации выступов нижних полок соплового аппарата.

Сопловой аппарат

Сопловой аппарат состоит из внутренней 4 (рис. 46, 47) и наружной 10 обойм, 48 лопаток 6 и лабиринтного уплотнения 5.

Наружная и внутренняя обоймы соплового аппарата изготавливаются из жаропрочной стали 21-11-2,5. На внутренней поверхности наружной обоймы и внешней поверхности внутренней обоймы имеется по 48 прямоугольных пазов, рас-

положенных под углами, соответствующими углам полок лопаток соплового аппарата.

Пазы координированы относительно отверстий для крепления обойм для того, чтобы при установке лопаток их выходные кромки имели радиальное направление.

Пазы наружной и внутренней обойм равномерно расположены по окружности.

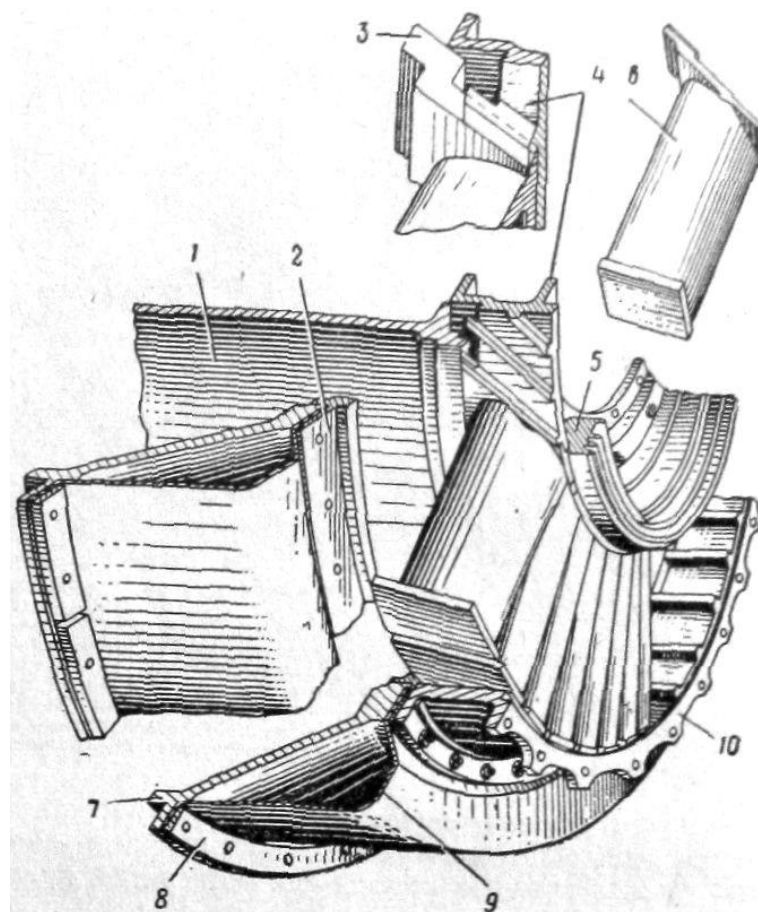


Рис. 46. Узел соплового аппарата:

1 — барабан газосборника; 2 — направляющее кольцо газосборника; 3 — уступ на нижней полке лопатки; 4 — внутренняя обойма соплового аппарата; 5 — лабиринтное уплотнение; 6 — лопатка соплового аппарата; 7 — крышка корпуса газосборника; 8 — планка зажимная; 9 — воздухоотводящая коробка; 10 — наружная обойма соплового аппарата

В переднем фланце наружной обоймы имеется выточка, которой обойма центрируется на направляющем кольце газосборника. 30 отверстий в переднем фланце служат для крепления обоймы на шпильках крышки газосборника.

В заднем фланце наружной обоймы восемь отверстий из шестидесяти разворачиваются под призонные болты совместно с корпусом турбины при его постановке.

На наружной поверхности заднего фланца имеется 60 фрезеровок, расположенных между отверстиями и предназначенных для уменьшения термических напряжений и для исключения появления трещин в перемычках у отверстий.

В нижней части переднего фланца имеется канавка, предназначенная для слива конденсата из соплового аппарата.

С передней стороны внутренняя обойма имеет центрирующий бурт, который сопрягается с выточкой заднего фланца барабана газосборника. С поверхностью этого же бурта, которая является продолжением посадочной поверхности, сопрягаются замки нижних полок сопловых лопаток. На перед-

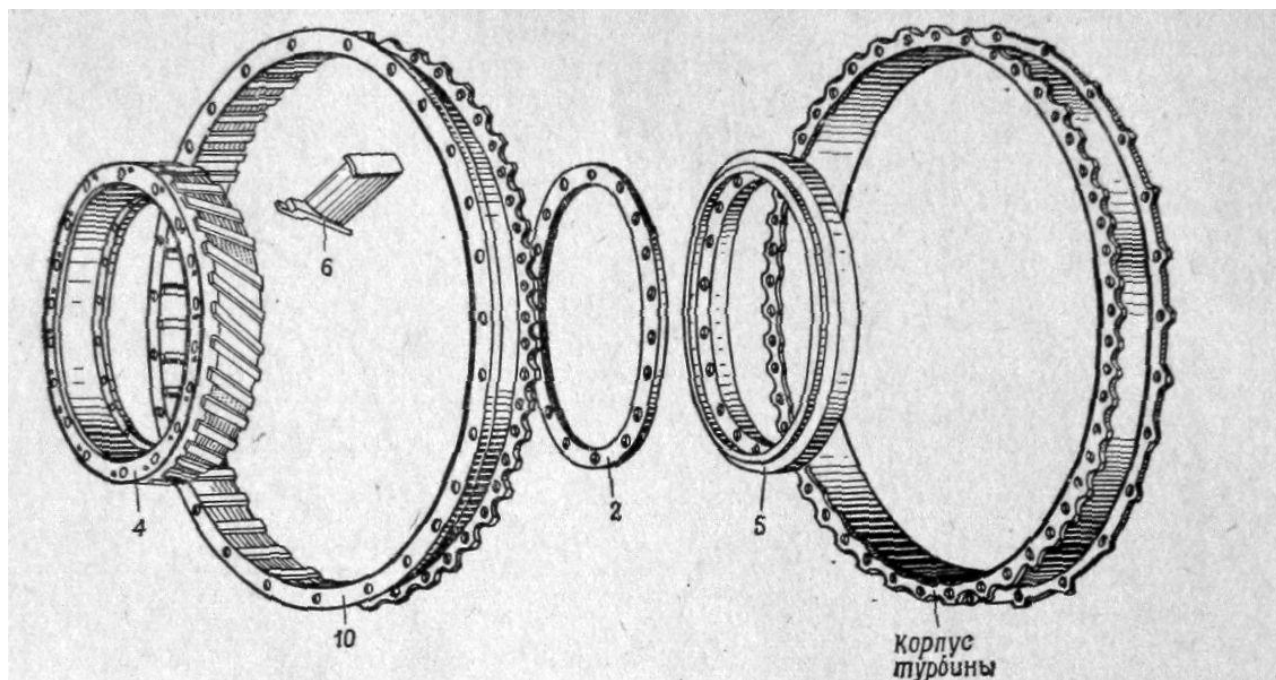


Рис. 47. Детали соплового аппарата и корпус турбины
(см. обозначения к рис. 46)

нем торце имеется 18 отверстий под болты крепления обоймы с барабаном газосборника. Три из восемнадцати отверстий разворачиваются совместно с барабаном газосборника для постановки призонных болтов.

С задней стороны внутренняя обойма имеет проточку, которая является посадочным местом для лабиринтного уплотнения.

На заднем торце расположены также 18 отверстий, три из которых имеют больший диаметр для возможности прохода развертки при разворачивании отверстий переднего фланца под призонные болты.

Отверстия меньшего диаметра в переднем и заднем фланцах предназначены для контрольных замков.

Лопатка 6 соплового аппарата отличается из жаростойкого сплава ЛК-4 с большим содержанием кобальта (не менее 58%).

Лопатка состоит из профильного пера и двух полок. От верхней до нижней полки профиль развернут в сторону нижней полки вокруг выходной кромки, при этом угол разворота составляет 5,1 на 1 мм высоты. Угол выходной кромки лопатки у верхней полки равен 29°, а у нижней полки — 21°. Эти углы допускается выполнять в пределах, необходимых для подбора площади проходного сечения соплового аппарата 814—821 см².

Лопатка может быть получена отливкой в песчаную форму с припуском под обработку пера и полок, а также отливкой прецизионным способом в выплавляемую форму с последующей полировкой пера. В обоих случаях для обеспечения подбора площади проходного сечения соплового аппарата перо лопатки должно быть точно выполнено как по профилю, толщине, так и по углу закрутки. Для уменьшения случаев коробления выходной кромки, желательно ее выполнять равномерной по толщине.

Лопатки своими полками входят в соответствующие пазы обойм 4 и 10, нижние полки лопаток в осевом и радиальном направлениях фиксируются задним буртом барабана 1 и передним выступом внутренней обоймы соплового аппарата.

Верхние полки лопаток расположены между торцами направляющего кольца газосборника и корпуса турбины.

Лопатки соплового аппарата устанавливаются с зазорами в осевом и радиальном направлениях. В осевом направлении нижняя полка может перемещаться в пределах 0,07—0,3 мм, верхняя — в пределах 0,18—0,6 мм.

В радиальном направлении лопатки могут перемещаться в пределах 0,1—0,6 мм.

Установка лопаток с указанными зазорами дает возможность им увеличивать свои размеры при нагревании без защемления и коробления их в сопрягающихся деталях. К заднему торцу внутренней обоймы прикреплено лабиринтное уплотнение, предназначенное для изоляции диска колеса турбины и подшипников от горячих газов.

Лабиринтное уплотнение 5 представляет собой кольцо, изготовленное из жаропрочной стали 21-11-2,5 и имеющее три концентрических выступа, входящих в соответствующие выточки диска колеса турбины.

Осевой зазор между диском колеса турбины и лабиринтным уплотнением подбирается с помощью кольца лабиринта, имеющего несколько градаций по толщине и устанавливаемого между лабиринтным уплотнением и внутренней обоймой направляющего аппарата. Кольцо лабиринта изготовляется из стали 20 и хромируется.

Осевой зазор в лабиринте турбины допускается в пределах 2,6—2,8 мм, а радиальный — 1,2—1,35 мм.

Увеличение указанных зазоров выше допустимых значений ведет к повышению температуры воздуха.

охлаждающего турбину, а уменьшение может привести к задирам по газовому лабиринту.

Центрирующий бурт корпуса турбины сидит в соответствующей выточке наружной обоймы соплового аппарата с большим зазором, что дает возможность радиальным перемещением корпуса устанавливать равномерный радиальный зазор между внутренней поверхностью корпуса и лопатками колеса турбины в пределах 2,6—2,8 мм.

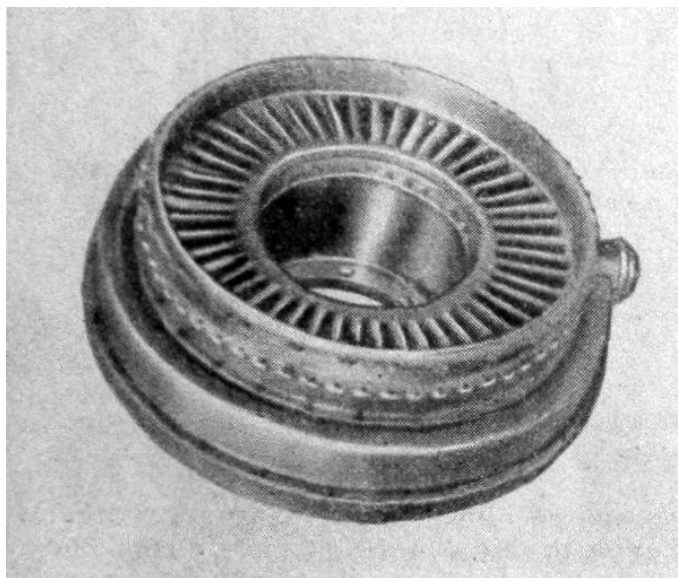


Рис. 48. Газосборник с сопловым аппаратом (вид сзади)

Узел газосборника с сопловым аппаратом (рис. 48) при помощи фланца корпуса 1 (см. рис. 42) крепится к заднему фланцу корпуса среднего подшипника. Между фланцами корпуса газосборника и корпуса среднего подшипника расположен фланец корпуса заднего подшипника.

Противопожарный коллектор

Противопожарный коллектор предназначен подавать вещество для тушения пожара в случае возникновения его на самолете. Противопожарный коллектор (рис. 49) охватывает кругом корпус газосборника и состоит из двух алюминиевых трубок 1 и 6 диаметром 12х10, выгнутых полукольцом. По окружности трубок просверлены два ряда отверстий: один ряд выходит вперед, к камерам сгорания, а второй — внутрь, на стенку корпуса газосборника; через эти отверстия подается вещество для тушения пожара.

Концы полуколец развальцованы и привернуты при помощи накидных гаек 2 к двум тройникам 4.

Противопожарный коллектор крепится к приливам на корпусе газосборника при помощи башмачков на тройниках и четырех надетых на коллектор хомутиков 8. Между коллектором и хомутиками крепления проложены текстолитовые прокладки 7.

Корпус турбины

Корпус турбины (см. рис. 47) изготавливается из жаропрочной стали 21-11-2,5. Он представляет собой цилиндрическое кольцо с двумя фланцами.

На наружной поверхности переднего фланца имеется 60 фрезеровок, расположенных между отверстиями и предназначенных для уменьшения термических напряжений и для исключения появления трещин в перемычках у отверстий.

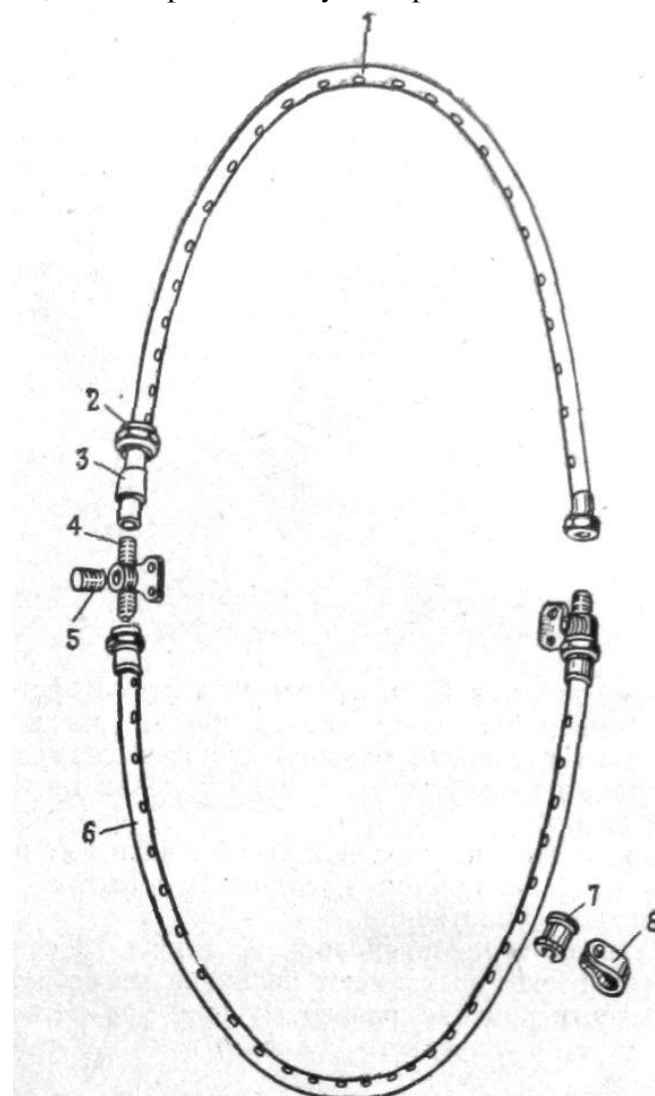


Рис. 49. Противопожарный коллектор:

1 — противопожарная трубка верхняя; 2 — накидная гайка; 3 — ниппель; 4 — тройник; 5 — колпачок; 6 — противопожарная трубка нижняя; 7 — прокладка; 8 — хомутик

В переднем фланце имеется 60 отверстий под болты крепления наружной обоймы соплового аппарата. Восемь из шестидесяти отверстий разворачиваются под призонные болты совместно с наружной обоймой направляющего аппарата. На наружной поверхности заднего фланца имеется 36 фрезеровок, расположенных между отверстиями. В заднем фланце имеется 36 отверстий, 28 из которых предназначены для постановки болтов крепления реактивной трубы. Восемь отверстий из 36 имеют больший диаметр и предназначены для прохода развертки при разворачивании отверстий под призонные болты в переднем фланце.

Вследствие большой температуры корпус турбины склонен к повышенному короблению и усадке, что ведет к уменьшению радиального зазора между его внутренней поверхностью и лопатками колеса турбины. Для обеспечения съема корпуса без демонтажа ротора турбины в переднем внутреннем бурте корпуса имеется 54 паза (соответственно числу лопаток колеса турбины).

Корпус турбины крепится к наружной обойме направляющего аппарата с помощью 60 болтов, восемь из которых призонные, а 10 — фиксируют положение корпуса турбины относительно наружной обоймы соплового аппарата.

Ротор турбины

Ротор турбины состоит из диска 4 (рис. 50), лопаток 5, вала 2, втулки 3 вала, сферического хвостовика 1 вала и ведущей шлицевой втулки 6.

сти имеется восемь отверстий под болты крепления с валом и втулкой.

Между отверстиями на торце расположено восемь неглубоких подторцовок. Подторцовки предназначены для уменьшения торцевой поверхности, сопрягающейся с валом, и облегчения ее подгонки.

На боковой поверхности задней ступицы имеется восемь резьбовых отверстий под балансировочные пальцы. В отверстиях имеются зенковки под головки пальцев.

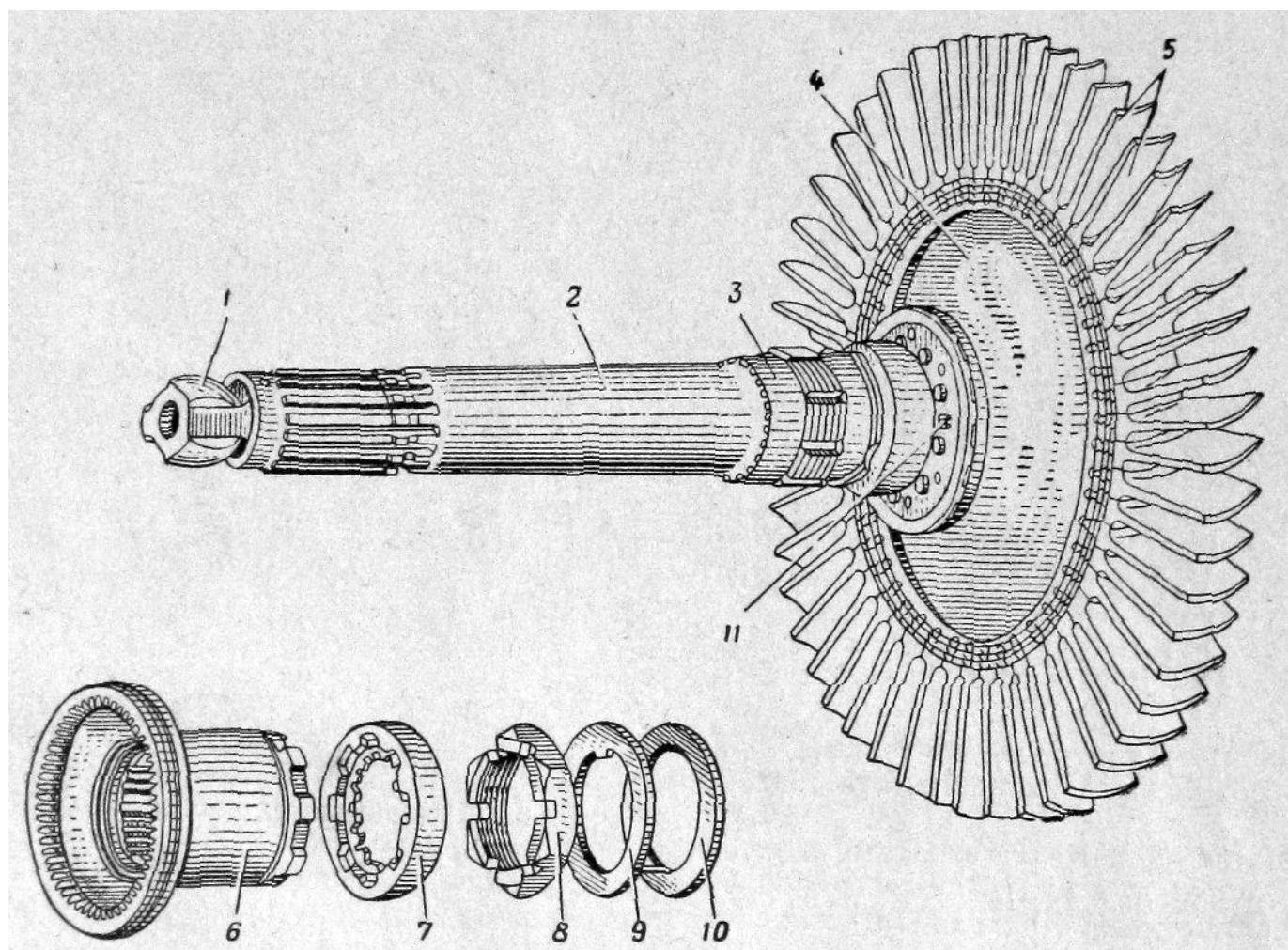


Рис. 50. Ротор турбины:

1 — сферический хвостовик вала; 2 — вал; 3 — втулка вала; 4 — диск колеса турбины; 5 — лопатки; 6 — ведущая шлицевая втулка; 7 — фиксирующая втулка; 8 — гайка крепления заднего роликоподшипника; 9 — упорное кольцо гайки заднего подшипника; 10 — замок; 11 — балансировочный палец

Диск 4 (рис. 50, 51) турбины изготавливается из штамповки жаропрочной стали ЭИ-434 (ХН10К). Для уменьшения вытяжки, возникающей в процессе работы, под действием механических и термических нагрузок диск в заготовке подвергается специальной обработке — нагартовке.

Диск наиболее нагружен центробежными силами в его центральной части. В связи с этим для достижения равнопрочности он выполнен сужающимся от центра к периферии.

Для того чтобы не ослаблять диск, все конструктивные элементы, которые могут повлиять на его прочность (отверстия, шлицы и пр.) отнесены от тела диска и размещены в двух ступицах.

На передней ступице имеется посадочный бурт, на котором центрируется вал колеса турбины. На внешней поверхности передней ступицы имеется 59 шлиц эвольвентного профиля для передачи крутящего момента на вал, а на торцевой поверхности

Внутренняя канавка задней ступицы предназначена для транспортировки диска и колеса турбины при сборке и разборке. Восемь резьбовых отверстий на торце задней ступицы используются при балансировке колеса турбины.

На наружной поверхности диска имеется 54 паза елочного профиля под хвостовики лопаток. Паз имеет по шесть зубьев с каждой стороны. Паз точно выполняется по шагу и по угловым размерам, так как все его рабочие поверхности несут нагрузку, т. е. находятся в контакте с соответствующими поверхностями хвостовика лопатки. Перекос пазов и снос их от радиальной оси также не допускаются, так как это приводит к смещению центра тяжести лопатки и перегрузке как лопаток, так в диска.

Лопатка 5 колеса турбины изготавливается из штамповки высоколегированной жаропрочной стали ЭИ-437А или ЭИ-437.

Лопатка сильно нагружена от действия центробежных сил, сил давления газов и работает в условиях высоких температур. В связи с этим к штамповке предъявляются высокие требования в отношении жаропрочности, химического состава материала, микро- и макроструктуры, отсутствия включений и поверхностных повреждений.

Для выявления пороков металла лопатки подвергаются травлению.

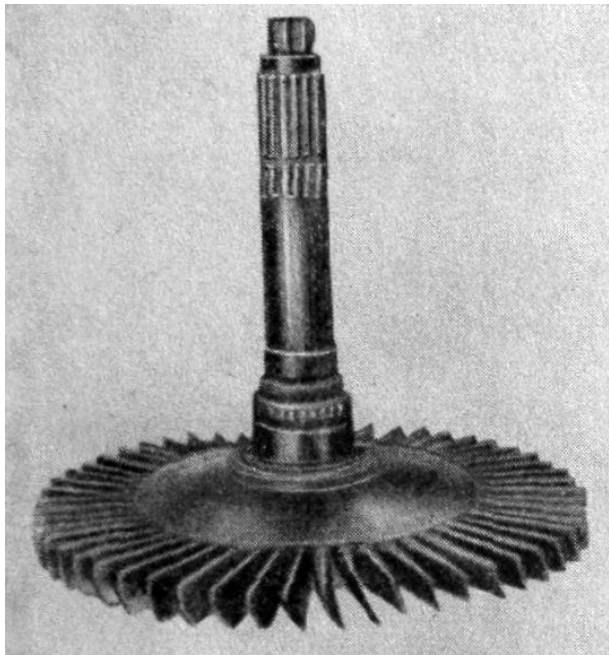


Рис 51. Ротор турбины

Профиль лопатки активно-реактивный, причем степень реактивности увеличивается от основания к вершине.

Спинка лопатки задана координатами отдельных точек и выполнена методом объемного копирования. Поверхность корыта лопатки представляет собой часть цилиндра, ось которого наклонена в пространстве относительно хвостовика.

Лопатка колеса турбины спрофилирована таким образом, что изгибные напряжения от центробежных сил почти полностью компенсируют растягивающие напряжения во входной и выходной кромках, вызванные воздействием сил газов. Для достижения этого центр тяжести лопатки смещен в сторону вращения относительно оси симметрии замка. Перо лопатки отделено от хвоста прямо угольной полкой. При облопачивании диска зазор между смежными полками должен быть не менее 0,1 мм.

Хвостовик 6 (рис. 52) лопатки выполнен аналогично пазу диска и имеет с передней стороны жесткий усик 1.

В осевом направлении лопатки фиксируются спереди своим жестким усиком, упирающимся в торец диска, а сзади сменной отгибаемой пластинкой 4, изготавливаемой из жаропрочной стали 1X18H9T толщиной 1,9 мм. Передний конец пластинки зашечен в канавку лопатки, а задний конец ее после постановки лопатки загибается на диск таким образом, чтобы осевой люфт лопатки находился в пределах 0,1—0,2 мм, при этом двукратная отгибка

усика не допускается. Паза диска и хвостовики лопаток изготовлены таким образом, что в холодном состоянии лопатки должны покачиваться в пазах диска. Во время работы вследствие действия центробежных сил и разной величины температурных расширений диска и лопаток зазоры частично выбираются. Крепление с помощью елочного замка преследует такие цели:

- 1) демпфировать вибрационные колебания лопаток;
- 2) способствовать самоустанавливанию лопаток под воздействием газодинамических сил и сил инерции;
- 3) дать возможность свободного расширения для хвостовика лопаток, которые нагреваются в большей степени, чем обод диска.

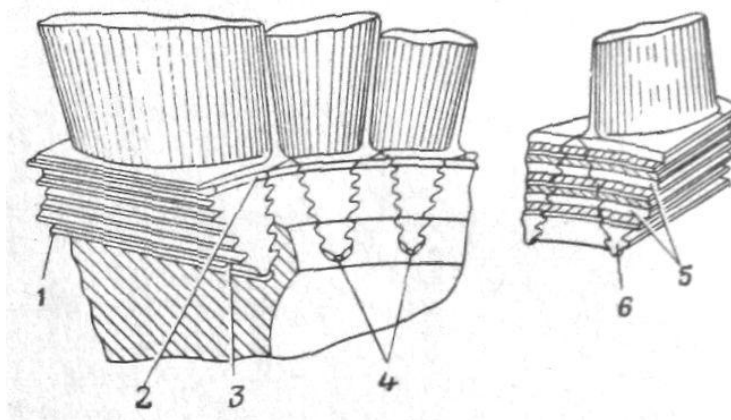


Рис. 52. Узел соединения лопаток с диском колеса турбины:

1 — жесткий усик; 2 — кольцевая канавка; 3 — паз под пластинку; 4 — пластинка; 5 — кольцевые канавки; 6 — хвостовик лопатки

При облопачивании диска лопатки подбираются таким образом, чтобы обеспечить тангенциальную качку концов лопаток в пределах 0,6—1,1 мм.

Для облегчения балансировки узла лопатки подбираются также по весу:

- 1) разность весов лопаток в пределах одного комплекта должна быть не более 10 г;
- 2) разность весов лопаток в диаметрально противоположных пазах не должна превышать 0,2 г.

После постановки лопаток в диск турбины на его торцах протачиваются кольцевые канавки 5: с передней стороны три — под лабиринтное уплотнение и с задней стороны одна — для создания гарантированного зазора не менее 3 мм между вращающимся диском и неподвижным фланцем конуса реактивной трубы. Проточка профиля лабиринтного уплотнения на диске производится при положении лопаток сдвинутыми до упора в диск передними усиками.

Окончательная обработка лопаток колеса турбины по верхней кромке производится после постановки их в диск.

Вал 2 (см. рис. 50) колеса турбины полый, тонкостенный изготавливается из сталя 40ХНМА.

На наружной поверхности переднего конца вала имеются прямоугольные шлицы, которые фиксируют ведущую шлицевую втулку соединительной муфты.

В верхней части шлиц имеется широкий паз, в который входит соответствующий широкий шлиц втулки. Шлицы прорезаны кольцевой канавкой под буртик фиксирующей втулки.

В передней части вала имеется посадочное место под сферический хвостовик *1*, и совместно с хвостовиком разворачивается отверстие под штифт для фиксации хвостовика.

Взаимное угловое расположение широкого паза и отверстия под штифт должно быть точно выдержано, также как и соответствующие элементы на хвостовике и обеих шлицевых втулках, в противном случае соединение вала колеса турбины с задним валом компрессора не может быть осуществлено.

Сзади вал расширяется и переходит во фланец, к которому крепится диск турбины.

На торце фланца имеется восемь отверстий под болты и восемь резьбовых отверстий под передние балансировочные пальцы.

На внутренней поверхности фланца имеется 50 зубьев эвольвентного профиля. Внутренний и наружный торцы фланца подгоняются по краске для улучшения прилегания к соответствующим торцам на ступице диска и втулке.

В месте перехода конусной части вала на фланце имеется задний посадочный пояс под втулку с продольными канавками для прохода воздуха, охлаждающего задний роликовый подшипник. На переднем посадочном поясе под втулку имеются 24 спиральные канавки, которые также предназначены для прохода охлаждающего воздуха.

На переднем центрирующем поясе вала в месте посадки втулки прорезаны спиральные канавки. На заднем центрирующем поясе вала имеются продольные канавки, совпадающие с радиальными канавками на заднем торце втулки. Внутренняя поверхность заднего уступа втулки и конусная часть вала образуют кольцевое пространство.

Охлаждающий воздух через спиральные канавки вала входит в кольцевое пространство между валом и втулкой и выходит через канавки на заднем поясе вала и торце втулки, охлаждая задний роликовый подшипник.

В передний конец вала вставлен и зафиксирован с помощью штифта сферический хвостовик *1* вала колеса турбины, предназначенный в соединении с ведомой шлицевой втулкой компенсировать перекосы и передавать осевые усилия на средний опорно-упорный подшипник.

Для исключения повышенных нагрузок на подшипник в связи с большим числом оборотов ротора турбины, последний динамически балансируется; допускается дисбаланс не более 12 *Гсм*.

Балансировка колеса турбины производится на заднем роликоподшипнике при поставленных на вал ведущей шлицевой втулке *6*, фиксирующей втулке *7* и положении всех лопаток прижатыми передним усиком к торцу диска.

По условиям балансировки допускается постановка в диаметрально противоположные пазы диска лопаток с разностью весов до 1,5 *Г* в количестве не более 10 шт.

При балансировке устранение дисбаланса производится за счет постановки балансировочных

пальцев 26 (см. рис. 42) с головками различной высоты, устанавливаемых в заднюю ступицу диска и во фланец вала.

На образующей поверхности головок балансировочных пальцев имеется три прорези, в которые зачеканивается материал диска и втулки, чем предотвращается их вывертывание и нарушение дисбаланса.

Допускается также устранять дисбаланс снятием материала с наружной поверхности наибольшего диаметра ведущей шлицевой втулки.

Втулка *3* (см. рис. 50) вала изготавливается из стали 40ХНМА. На фланце втулки имеются восемь отверстий под болты и восемь отверстий под передние балансировочные пальцы. Через эти отверстия балансировочные пальцы ввертываются во фланец вала.

На заднем торце фланца выполнены 16 радиальных канавок, предназначенных для выхода воздуха, охлаждающего задний роликовый подшипник.

На среднем поясе наружной цилиндрической поверхности имеется посадочный пояс, под задний роликовый подшипник. Эта поверхность и упорный бурт окончательно обрабатываются после постановки втулки на вал колеса турбины. На этой же поверхности впереди имеется резьба под гайку для крепления подшипника. В резьбе профрезерована канавка под усик контршайбы. Для облегчения съема заднего роликового подшипника на упорном бурте втулки имеются три канавки.

На внутренней поверхности втулки сделаны два пояса для посадки втулки на вал колеса турбины, а на наружной поверхности — три, цилиндрических уступа.

На средний уступ напрессовывается задний роликовый подшипник, а передний и задний уступы совместно с соответствующими поверхностями корпусов (Лабиринтами) уплотняют масляную полость заднего роликоподшипника.

Крепление втулки и вала к диску осуществляется с помощью восьми болтов. Для исключения перенапряжения болтов, затяжка их осуществляется тарированным ключом на момент 3,5—4 *кГм*. Болты сидят в отверстиях с зазором и крутящий момент на вал не передают, а работают только на растяжение. Крутящий момент передается через наружные шлицы, находящиеся на переднем фланце диска, и внутренние шлицы вала колеса турбины.

Подшипники

Колеса компрессора и турбины опираются на три подшипника, из которых передний — роликовый (№ 2710) расположен впереди компрессора, средний — шариковый (№ 915Б) расположен за крыльчаткой вентилятора и задний — роликовый (№ 2916) — вблизи диска турбины. Подшипники установлены соответственно в передний, средний и задний корпусы подшипников.

Узел переднего подшипника. Внутренняя обойма переднего подшипника *6* (рис 53) напрессована на пояс переднего вала *13* компрес-

сора и прижимается к его буртику гайкой с торцевыми шлицами. Между гайкой и внутренней обоймой проложены стальное упорное кольцо и конторочная шайба.

Наружная обойма сидит в стальной втулке, запрессованной в корпус 3 переднего подшипника, и зажата корпусом 12 уплотнения переднего подшипника.

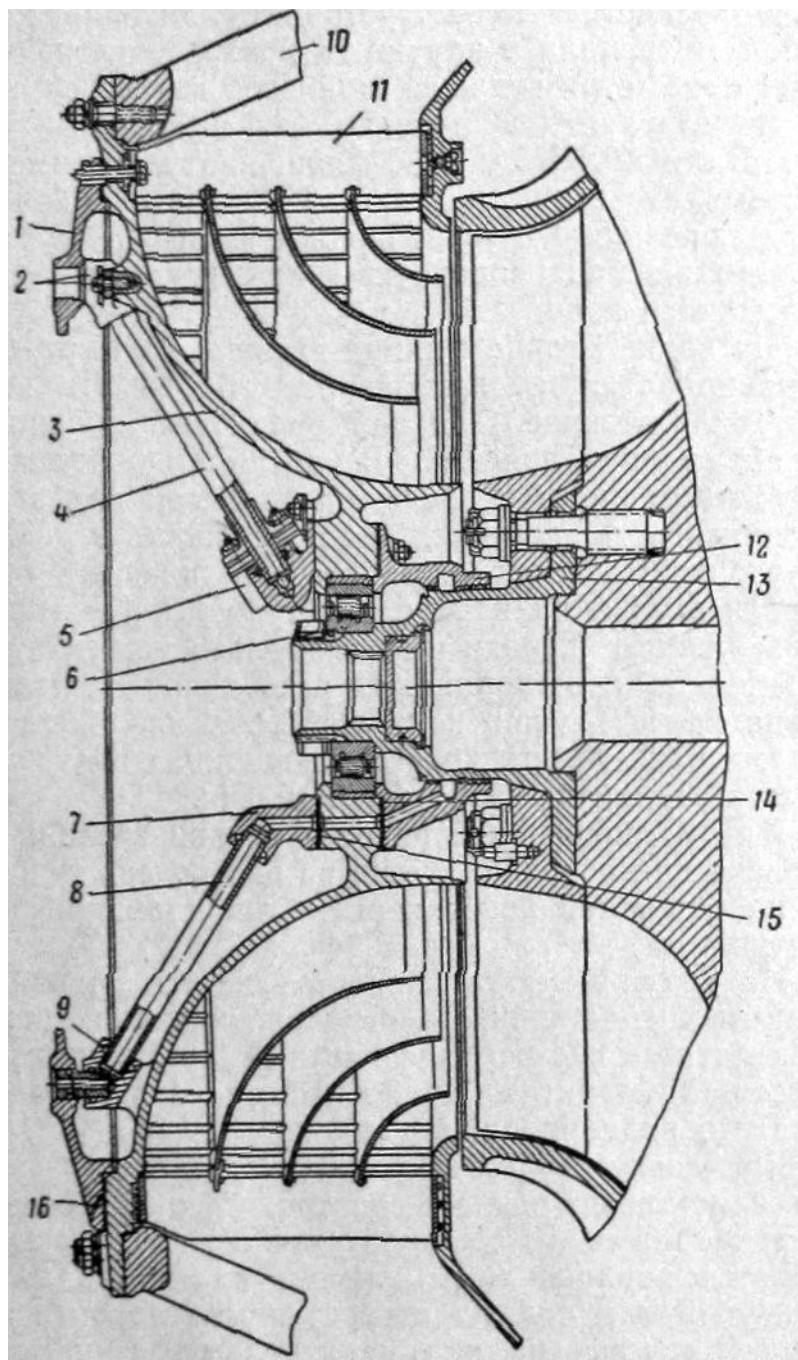


Рис. 63. Узел переднего подшипника:

1 — коробка приводов; 2 — переходник масляной и воздушной магистрали; 3 — корпус переднего подшипника; 4 — трубка масляной магистрали переднего подшипника; 5 — корпус масляной форсунки переднего подшипника; 6 — передний подшипник; 7 — угольник воздушной магистрали; 8 — трубка воздушной магистрали переднего подшипника; 9 — резиновое кольцо; 10 — корпус переднего входного патрубка; 11 — переднее входное устройство; 12 — корпус уплотнения переднего подшипника; 13 — передний вал колеса компрессора; 14 — прокладка паронитовая; 15 — прокладка; 16 — прокладка

Корпус переднего подшипника (рис. 54, 55) отлит из алюминиевого сплава АЛ4 и имеет вид раструба с фланцем и ступицей, соответствующего по конфигурации направляющему конусу переднего входного устройства 11 (см. рис. 53).

На внутренней поверхности раструба расположено шесть ребер жесткости и четыре бобышки с ввернутыми на резьбе втулками и шпильками для крепления переходников 2 масляной и воздушной магистралей. На фланце расположены 18 отверстий для шпилек крепления к корпусу 10 переднего входного патрубка, 20 шпилек и 3 контрольных

штифта для крепления коробки 1 приводов и 10 отверстий, для болтов крепления переднего входного устройства 11.

На фланце спереди проточен пояс для центрирования коробки приводов, сзади — пояс для центрирования корпуса переднего входного устройства и проточка с тремя кольцевыми канавками. В этой проточке утопают расклепанные концы шпиров лопаток. Между корпусом и коробкой приводов имеется уплотнительная прокладка 16. На переднем торце ступицы имеются два прилива с ввернутыми шпильками, к одному из них (треугольному) на трех шпильках крепится корпус 5, масляной форсунки переднего подшипника, а к другому — на двух шпильках угольник 7 воздуш-

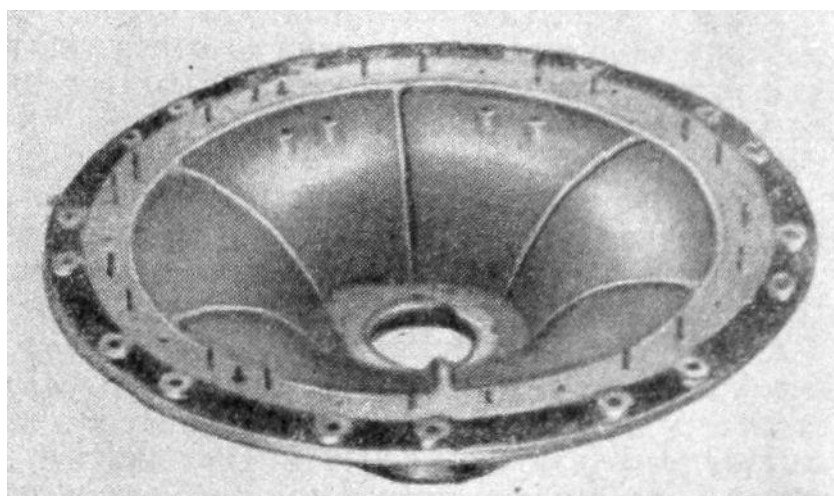


Рис. 54. Корпус переднего подшипника

ной магистрали. Между угольником и торцом корпуса проложена уплотнительная прокладка 15. В ступице на втором приливе просверлено сквозное отверстие для подвода воздуха к лабиринту. С задней стороны в ступицу ввернуто 8 шпилек крепления корпуса уплотнения. Между корпусом уплотнения и торцом корпуса переднего подшипника имеется уплотнительная прокладка 14. В нижней части ступицы просверлено отверстие для слива масла из полости подшипника. Ступица имеет опорный буртик под стальное кольцо, в буртике прорезаны три полукруглые канавки, облегчающие демонтаж подшипника.

Корпус 12 уплотнения переднего подшипника имеет внутри левую спиральную нарезку, прорезанную кольцевой канавкой. В канавку через косое отверстие, совпадающее с отверстиями на приливе в корпусе переднего подшипника, подводится воздух от компрессора.

Из канавки часть воздуха выходит к заборнику, а часть — в коробку приводов, что способствует уплотнению полости подшипника.

Внизу на корпусе уплотнения профрезерована канавка, совпадающая с отверстием в корпусе переднего подшипника, через которую сливается масло в коробку приводов.

Фланец корпуса уплотнения имеет восемь отверстий для крепления к корпусу переднего подшипника и буртик для центрирования в корпусе переднего подшипника. Воздух к уплотнению подводится, через трубку 8 воздушной магистрали переднего подшипника, которая вставляется одной стороной

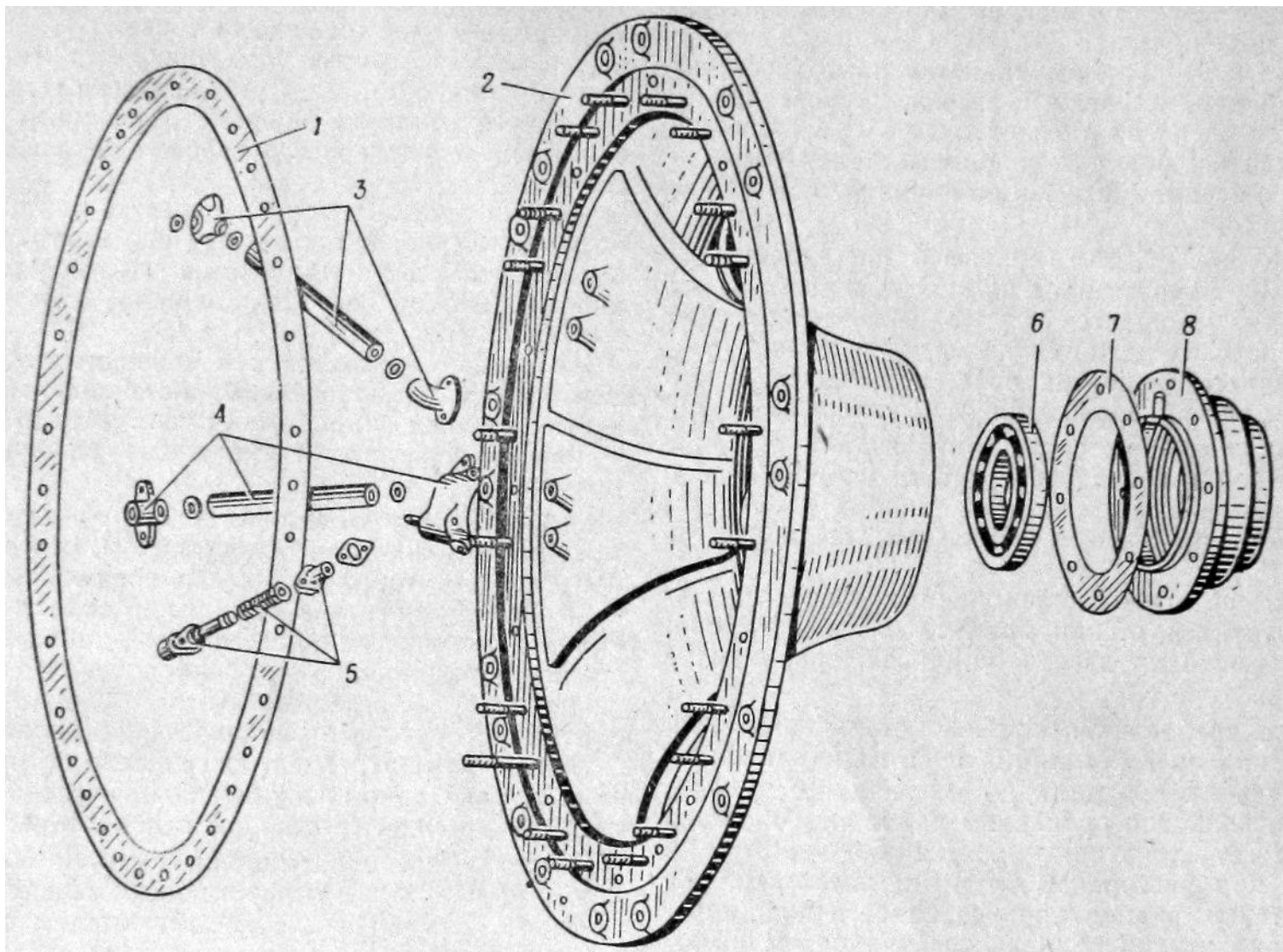


Рис. 55. Летаи узла переднего подшипника:

1 — прокладка; 2 — корпус переднего подшипника; 3 — детали воздушной магистрали переднего подшипника; 4 — детали масляной магистрали переднего подшипника; 5 — детали масляной форсунки; 6 — передний роликовый подшипник; 7 — Прокладка; 8 — КОРПУС уплотнения переднего подшипника

в переходник, укрепленный на корпусе переднего подшипника, а другой — в угольник, укрепленный на ступице. Оба конца трубки уплотняются резиновыми кольцами 9.

Масло к подшипнику подводится по трубке 4 масляной магистрали, вставленной в переходник, укрепленный на корпусе переднего подшипника одной стороной и другой — в корпус масляной форсунки, укрепленный на ступице.

Концы трубки уплотняются также резиновыми кольцами. Корпус 5 масляной форсунки переднего подшипника отлит из алюминиевого сплава АЛ5 и имеет треугольный фланец с тремя отверстиями для крепления к корпусу переднего подшипника, два отверстия — под масляную форсунку и под трубку подвода масла и две шпильки для крепления форсунки. Отверстия соединены каналом, заглушенным снаружи резьбовой пробкой. Масляная форсунка (рис. 56) предназначена для дозирования количества масла, подаваемого на подшипник, и для его разбрызгивания.

Форсунка состоит из стакана 2 и колпачка 1, соединенных между собой двумя шпильками, ввернутыми в корпус 4 форсунки. Внутри стакана форсунки заключен каркас 5 сетки масляной форсунки с напаянной на него сеткой 7 фильтра и плунжер 6 форсунки со спиральной нарезкой на конце. Масло через два отверстия в стакане форсунки попадает

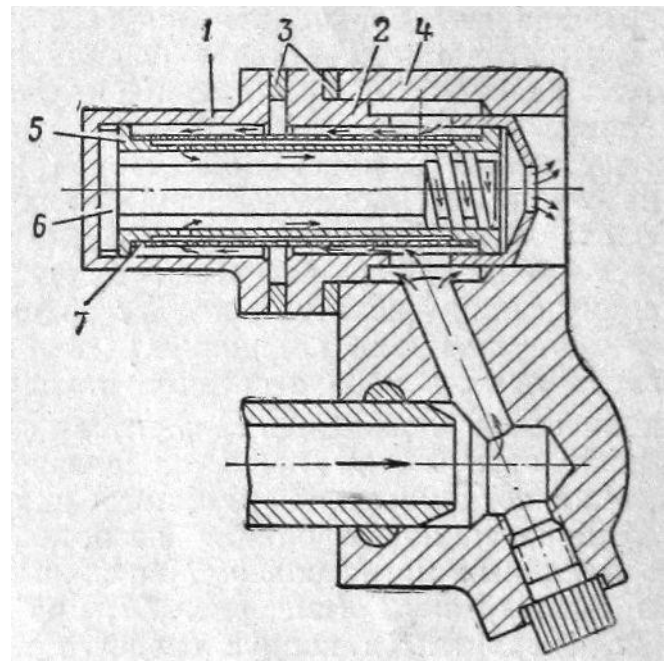


Рис. 56. Узел масляной форсунки переднего подшипника:

1 — колпачок; 2 — стакан; 3 — прокладки; 4 — корпус; 5 — каркас сетки; 6 — плунжер форсунки; 7 — сетка фильтра

ральным канавкам плунжера, закручивается и выдавливается через центральное отверстие в ста-

кане в виде мелких брызг, смазывающих и охлаждающих подшипник.

Дозирующим каналом является проходное сечение спиральной канавки на плунжере форсунки.

Узел среднего подшипника. Средний шариковый подшипник воспринимает как радиальные, так и осевые нагрузки от валов колес турбины и компрессора.

Внутренняя обойма среднего подшипника 10 (рис. 57, 58) напрессована на поясok заднего вала 5 компрессора, упирается в упорное регулировочное кольцо среднего подшипника, которое в свою очередь упирается в буртик вала, и затянута буртиком ведомой шлицевой втулки 11 гайкой 12.

Наружная обойма сидит в стальной втулке, запрессованной в крышку 6 среднего подшипника, и затянута стальной прижимной шайбой 9 среднего подшипника на восьми шпильках, ввернутых в крышку.

Крышка среднего подшипника крепится к ступице внутренней стенки корпуса 4 среднего подшипника также на девяти шпильках, ввернутых в крышку.

В месте крепления проложено стальное регулировочное кольцо 7 крышки среднего подшипника и уплотнительная прокладка. При помощи регулировочного кольца и прокладки подбирается осевой зазор между лопатками колеса компрессора и крышкой компрессора ($0,6+^{+0,2}_{-0}$) и расстояние от задней стенки фланца корпуса заднего подшипника до торца втулки вала колеса турбины ($302,4 \pm \pm 0,5$), обеспечивающее подбор осевого зазора в лабиринте турбины в заданных пределах и нормальное положение внутренней обоймы заднего подшипника относительно его внешней обоймы.

Корпус среднего подшипника (рис. 59) представляет собой усеченный конус с фигурной перегородкой внутри, отлитый из алюминиевого сплава АЛ4. Передним фланцем корпус центрируется на корпусе 2 вентилятора и крепится к фланцу корпуса заднего входного патрубка на шпильках, ввернутых в корпус 1 (см. рис. 57) входного устройства. На эти же шпильки надет дефлектор (рис. 60), экран из стали 10КП, охватывающий камеры сгорания и отделяющий задний вход воздуха в компрессор от области более нагретого воздуха.

К заднему фланцу корпуса среднего подшипника крепится корпус заднего подшипника 18-ю шпильками, ввернутыми в корпус среднего подшипника.

На конической поверхности корпуса среднего подшипника отлиты три люка, предназначенные для монтажа соединительной муфты, и два отверстия с фланцами под тройники нагнетающей и сливной масляных магистралей. Монтажные люки закрыты крышками 3 (см. рис. 57) на шести шпильках, ввернутых в корпус среднего подшипника. В перегородке корпуса среднего подшипника имеется девять расположенных по окружности отверстий, через которые воздух от вентилятора проходит к заднему подшипнику и Диску турбины. Внизу в перегородке просверлено небольшое отверстие для слива масла из корпусов заднего и среднего подшипников к дренажному штуцеру, в вер-

нутому в передний фланец корпуса среднего подшипника в самой низкой его точке.

Дренажный штуцер 16 соединен трубкой с дренажным клапаном. Для уменьшения расхода охлаждающего воздуха через дренажный клапан отверстие в штуцере просверлено небольшого диаметра.

Перегородка корпуса сзади имеет два цилиндрических выступа. В одном из них центрируется и крепится на шести шпильках к его торцу втулка 14 уплотнения среднего подшипника, изготовленная из сплава АЛ5.

На втулке во внутренней поверхности нарезана левая спираль, работающая по наружной поверхности ведущей шлицевой втулки. Между втулкой и торцом перегородки проложена уплотнительная прокладка.

Отверстие для откачивающей трубки сквозное и выходит в полость за подшипником, отверстие для нагнетающей трубки глухое и соединено каналом сзенковкой на торце ступицы. Масло через этот канал и выточку попадает в косой канал в крышке среднего подшипника и подводится к масляной форсунке.

Крышка среднего подшипника заканчивается ступицей, на внутренней поверхности которой нарезана правая спираль, уплотняющая полость среднего подшипника со стороны вентилятора.

В стенке крышки снаружи имеется бобышка с двумя шпильками и отверстием под масляную форсунку 13. Это отверстие косым каналом соединено с каналом подвода масла в корпусе среднего подшипника.

В косой канал выходит горизонтальное сверление, совпадающее с отверстием на прижимной шайбе, через которое подводится масло на сопряженные шлицы ведущей и ведомой втулок.

Для облегчения откачки масла от подшипника в крышке предусмотрено отверстие, отводящее масло из передней полости в заднюю, минуя подшипник.

Узел заднего подшипника. Внутренняя обойма заднего роликового подшипника 8 (рис. 61) напрессована на поясok втулку 9 вала колеса турбины и прижата к ее буртику гайкой с торцевыми шлицами.

Между гайкой и обоймой проложены стальное кольцо и стопорная шайба. Наружная обойма подшипника сидит в тонкостенной стальной втулке, запрессованной в корпус 3 заднего подшипника, упирается в буртик на корпусе и зажимается передним корпусом 7 уплотнения на восьми шпильках, ввернутых в корпус. Втулка застопорена в корпусе от проворачивания.

Корпус 1 заднего подшипника (рис. 62, 63) представляет собой тонкостенный усеченный конус с фланцем и ступицей, которая соединена с конусом девятью ребрами.

Ребра образуют окна для прохода охлаждающего воздуха на диск турбины.

Для усиления конструкции и увеличения поверхности охлаждения ребра выполнены косыми.

Корпус заднего подшипника отлит из алюминиевого сплава АЛ4.

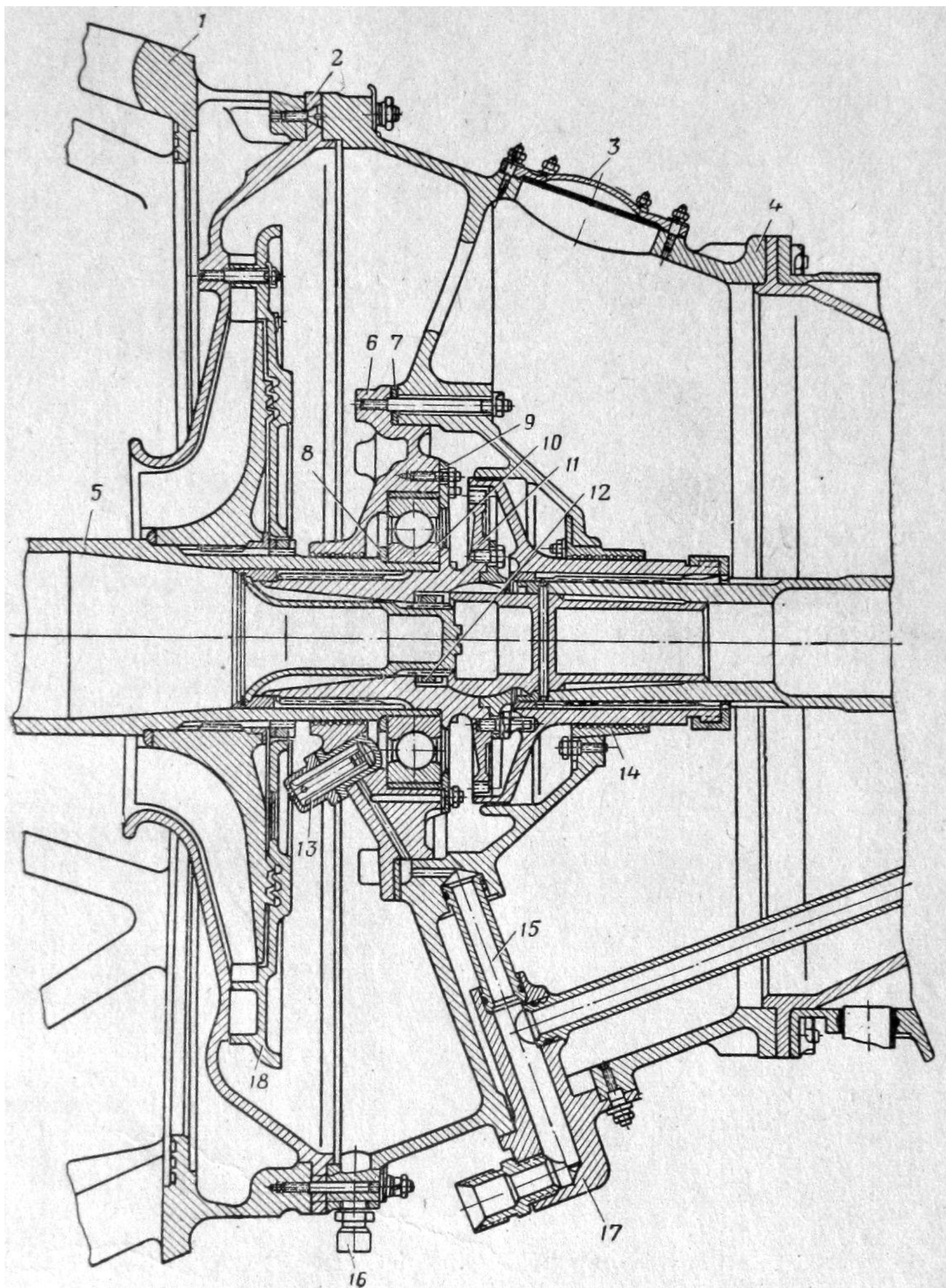


Рис. 57. Узел среднего подшипника:

1 — КОРПУС заднего входного устройства; 2 — корпус вентилятора; 3 — крышка люка корпуса; 4 — 5 — задний вал колеса компрессора; 6 — крышка; 7 — регулировочное кольцо и прокладка; 8 — упорное кольцо среднего подшипника; 9 — прижимная шайба; 10 — шариковый подшипник с кольцом 11 — ведомая шлицевая втулка; 12 — гайка; 13 — масляная форсунка с деталями; 14 — втулка уплотнения; 15 — трубка и детали откачивающей масляной магистрали; 16 — дренажный штуцер; 17 — тройник и детали нагнетающей масляной магистрали; 18 — задняя стенка вентилятора

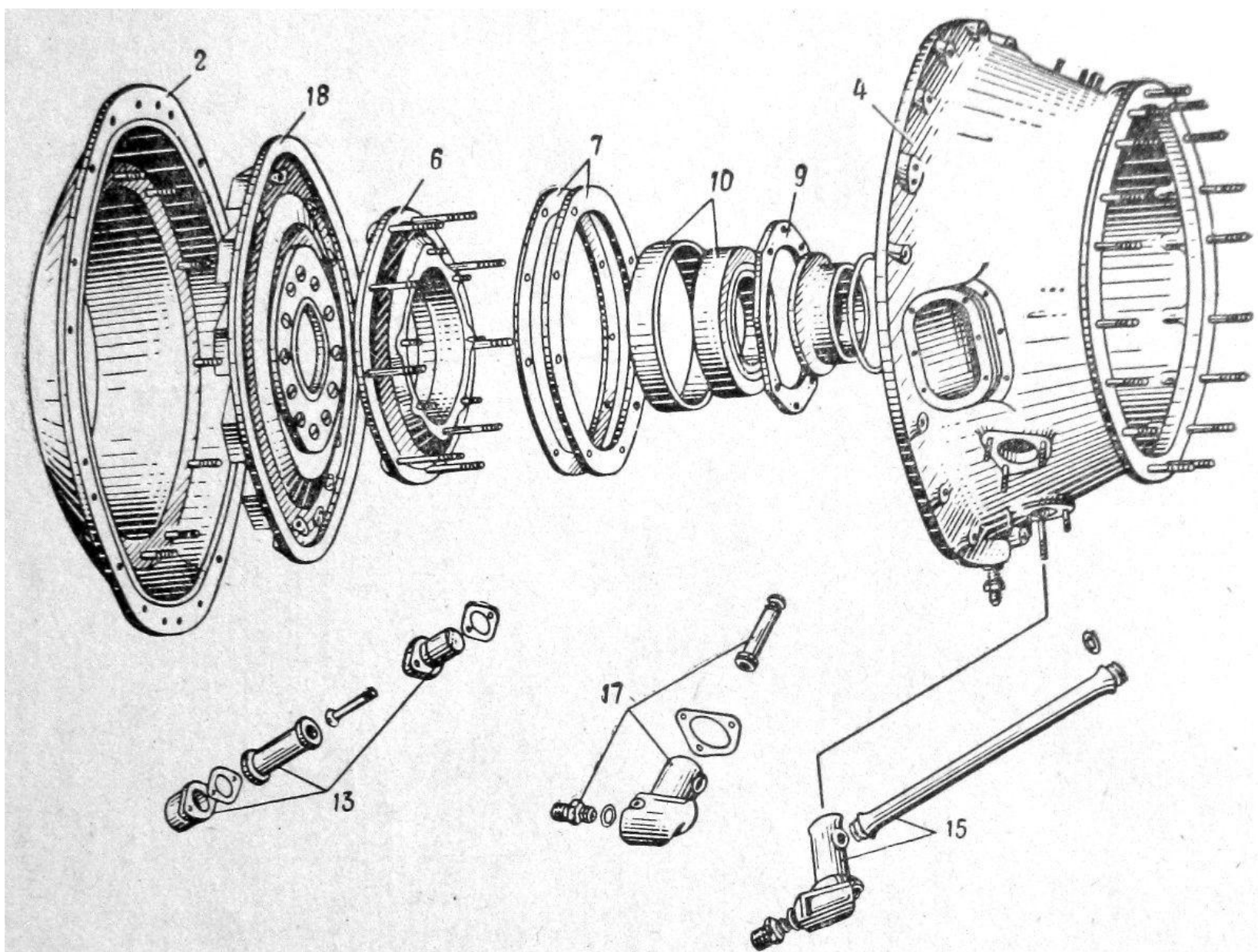


Рис. 58. Детали узла среднего подшипника
(см. обозначения к рис. 57)

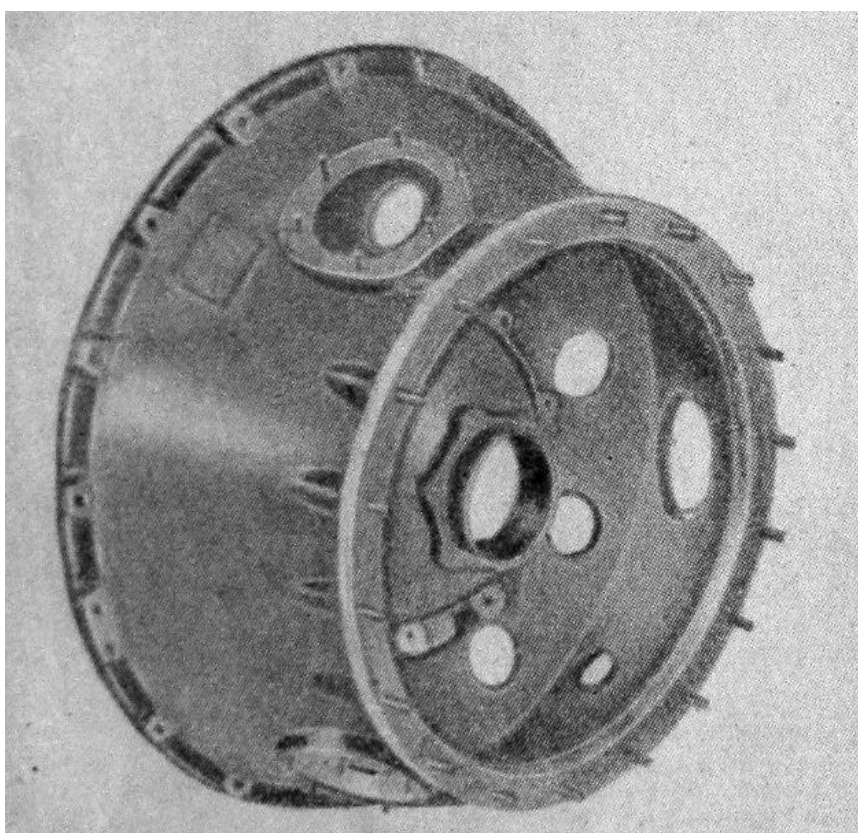


Рис. 59. Корпус среднего подшипника

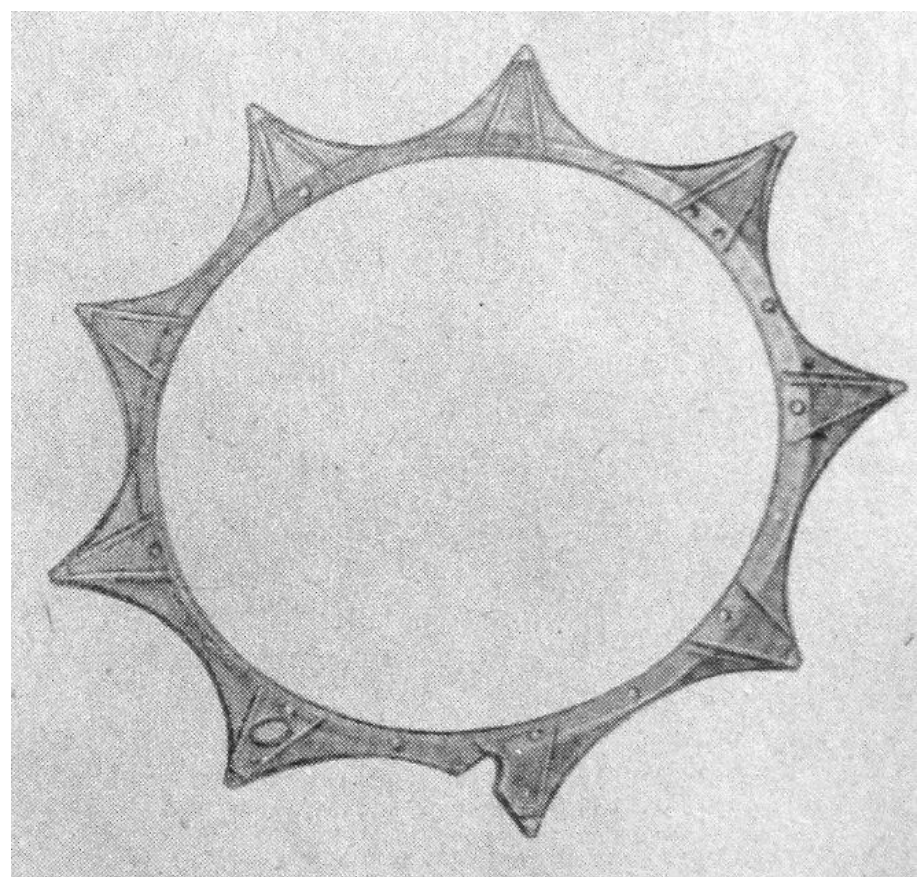


Рис. 60. Дефлектор

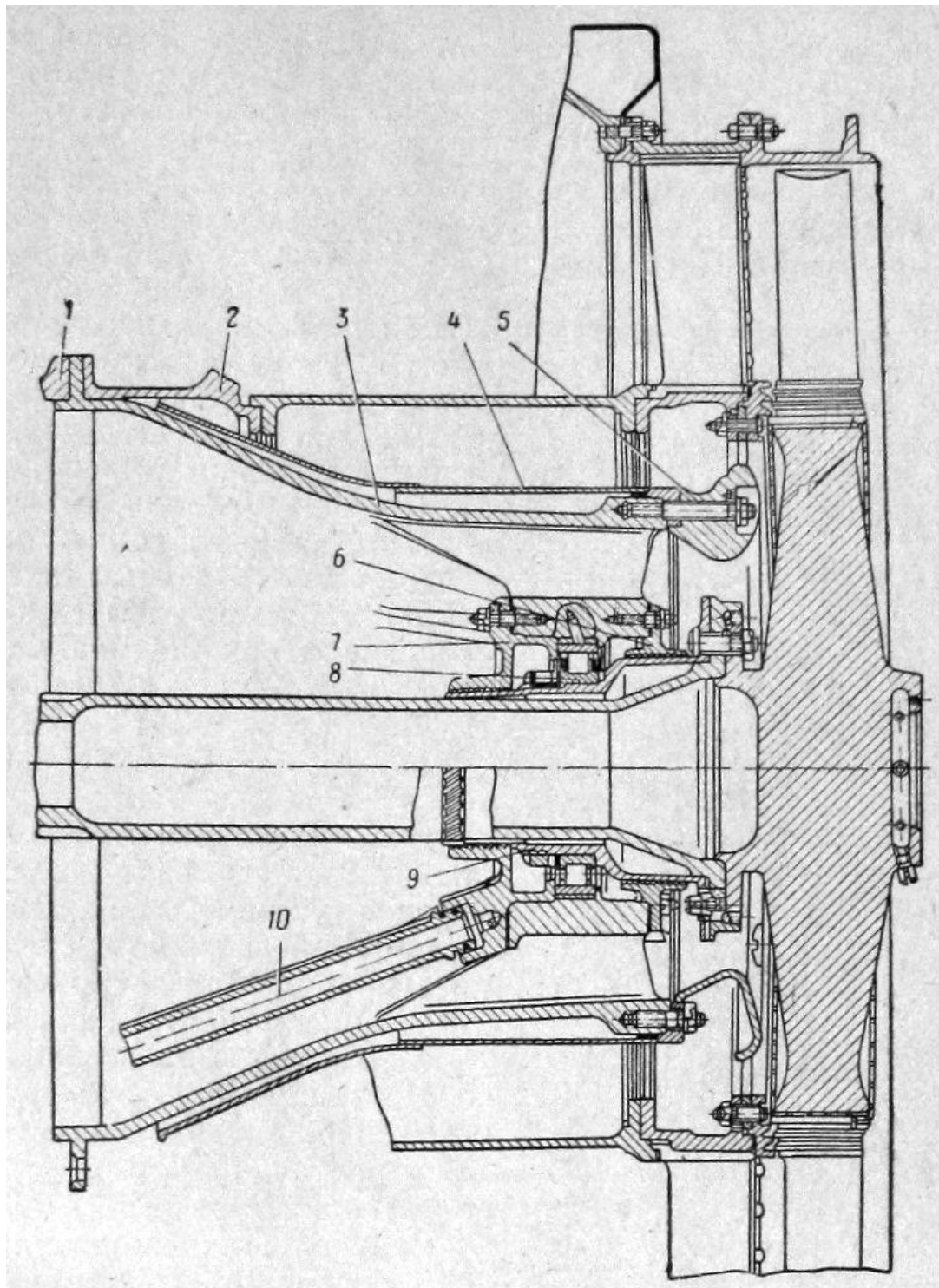


Рис. 61. Узел заднего подшипника:

1 — корпус среднего подшипника; 2 — корпус газосборника; 3 — корпус заднего подшипника; 4 — тепловой отражатель корпуса заднего подшипника; 5 — козырёк обдува диска колеса турбины; 6 — корпус уплотнения задний; 7 — корпус уплотнения передний; 8 — задний роликовый подшипник; 9 — втулка вала колена турбины; 10 — трубка нагнетающей масляной магистрали

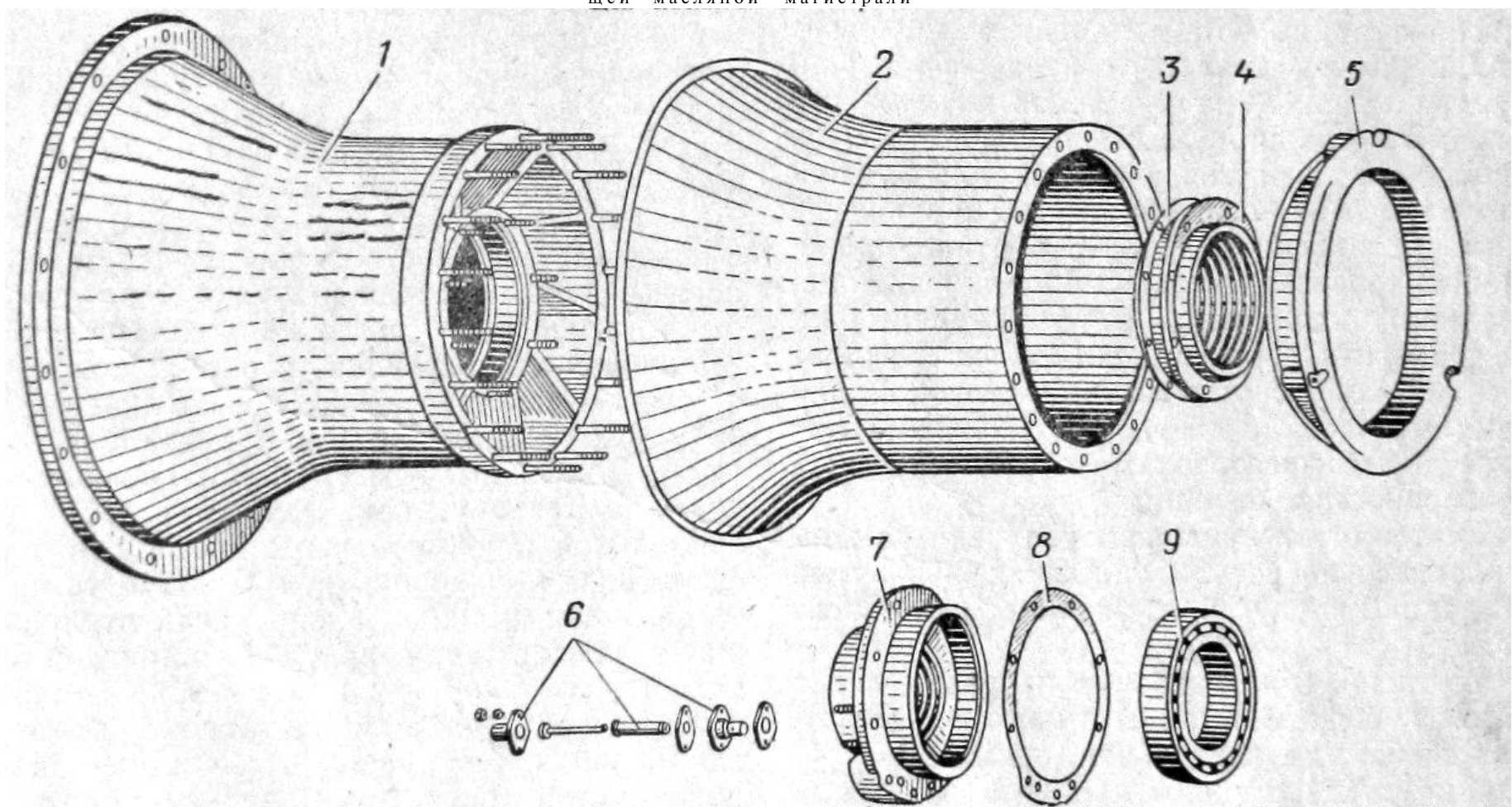


Рис. 62. Детали узла заднего подшипника:

1 — КОРПУС заднего подшипника; 2 — тепловой отражатель корпуса заднего подшипника; 3 — прокладка; 4 — корпус уплотнения задний; 5 — козырек обдува диска турбины; 6 — детали масляной форсунки; 7 — корпус уплотнения передний; 8 — прокладка; 9 — задний роликовый подшипник

Передний фланец корпуса центрируется в корпусе 1 среднего подшипника (см. рис. 61) и зажат между его фланцем и фланцем корпуса 2 газосборника.

В задний торец корпуса заднего подшипника ввернуто 18 шпилек, три из которых длинные. На коротких шпильках крепится фланец теплового отражателя.

Тепловой отражатель 4 изготовлен из листовой стали 1X18Н9 и охватывает снаружи корпус заднего подшипника. Между тепловым отражателем и корпусом заднего подшипника образуется воздушная прослойка, предохраняющая корпус, а следовательно, и задний подшипник от перегрева.

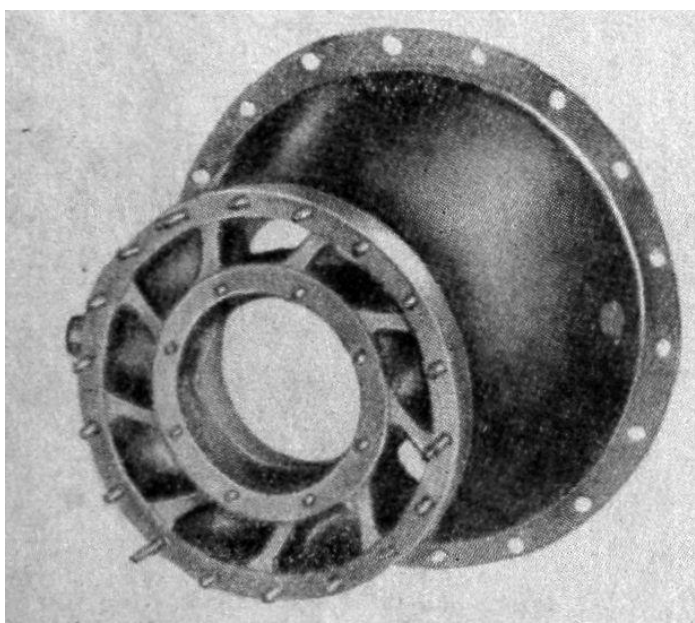


Рис. 63. Корпус заднего подшипника

На трех длинных шпильках крепится козырек 5 обдува диска турбины, отлитый из алюминиевого сплава АЛ5. Конец теплового отражателя опирается на три прилива на наружной поверхности корпуса заднего подшипника. В ступице корпуса заднего подшипника расточен пояс для центрирования переднего корпуса уплотнения и пояс с буртиком под стальное кольцо; в буртике прорезаны три полукруглые канавки, облегчающие демонтаж заднего подшипника. В теле ступицы просверлено горизонтальное отверстие, соединенное через передний корпус уплотнения с трубкой для откачивания масла.

Отверстие двумя фрезеровками соединено с внутренней поверхностью ступицы.

К заднему торцу ступицы корпуса заднего подшипника крепится на восьми шпильках, ввернутых в ступицу, задний корпус уплотнения 6, отлитый из сплава АЛ5.

На его внутренней поверхности нарезана левая спираль. Между торцом ступицы и корпусом уплотнения проложена уплотнительная прокладка.

К переднему торцу ступицы крепится на восьми шпильках, ввернутых в ступицу, передний корпус 7 уплотнения, также отлитый из сплава АЛ5. На его внутренней поверхности нарезана правая спираль.

Между торцом ступицы и передним корпусом уплотнения имеется уплотнительная прокладка.

На наружной поверхности переднего корпуса уплотнения отлиты три бобышки. В одной из них имеется сквозное отверстие, соединенное при помощи фрезерованного кармана с внутренней поверхностью и с горизонтальным каналом в ступице корпуса заднего подшипника и предназначенное для слива масла из обеих полостей: за подшипником и перед подшипником. В соседней бобышке имеется глухое отверстие, соединенное вертикальным каналом с отверстием в третьей бобышке и предназначенное для подсоединения трубки 10 нагнетающей масляной магистрали.

Вертикальный канал снаружи заглушен пробкой.

В третье отверстие вставляется масляная форсунка 6 (см. рис. 62) такой же конструкции, как и в среднем подшипнике. Форсунка крепится на двух шпильках.

Соединительная муфта

Соединительная муфта предназначена для соединения заднего вала колеса компрессора с валом колеса турбины. Она является шарниром, компенсирующим несоосность трех подшипников, а также передает осевые нагрузки на средний подшипник и крутящий момент с вала колеса турбины на задний вал колеса компрессора.

Крутящий момент передается через шлицевое соединение ведущей и ведомой втулок, а осевые усилия передаются шаровым соединением сферического хвостовика с ведомой втулкой.

Ведущая шлицевая втулка 5 (рис. 64) изготавливается из стали 40ХНМА, надевается на вал колеса турбины и центрируется на нем: спереди — запрессованным в нее стальным кольцом, а сзади — расточенным в ней центрирующим пояском.

На хвостовой цилиндрической части ведущей шлицевой втулки имеется восемь шлиц, кольцевая канавка под бурт фиксирующей втулки и отверстие под фиксатор. Ведущая шлицевая втулка стопорится на валу колеса турбины с помощью фиксирующей втулки 7, изготавливаемой из стали 40ХНМА и имеющей два заплечика: на переднем за плечике выполнено восемь шлиц — соответственно числу шлиц, имеющихся на хвостовой части наружной поверхности ведущей шлицевой втулки, а на заднем — соответственно числу шлиц вала колеса турбины.

Фиксирующая втулка вводится заплечиками в кольцевые канавки на ведущей шлицевой втулке и валу 8 колеса турбины и проворачивается в них (через монтажные люки в корпусе среднего подшипника) до тех пор, пока фиксатор 6, отжимаемый спиральной пружиной, не войдет в отверстие, просверленное в фиксирующей втулке. Это произойдет тогда, когда шлицы фиксирующей втулки расположатся против шлиц ведущей шлицевой втулки и вала колеса турбины. В этом положении ведущая шлицевая втулка не сможет перемещаться в осевом направлении. При разборке фиксатор выжимается из отверстия фиксирующей втулки и она проворачивается так, чтобы узкие шлицы на ее заднем заплечике совпали с прорезами вала колеса турбины. При этом широкие шлицы на переднем за плечике

из зацепления со шлицами ведущей втулки еще не выйдут. Вал можно вынуть, а фиксирующая втулка останется на ведущей втулке.

Ведомая шлицевая втулка 1, изготовленная из стали 12Х2Н4А вставляется в задний вал компрессора до упора во внутреннюю обойму среднего подшипника и затягивается гайкой, наворачиваемой на стяжную втулку.

При повороте колеса турбины вместе с ведущей шлицевой втулкой относительно ведомой шлицевой втулки цилиндрические выступы болтов фиксатора входят в соответствующие им отверстия на торце ведущей шлицевой втулки. В этом положении шаровые шлицы сферического хвостовика входят в шаровые шлицы крышки шаровой опоры и через со-

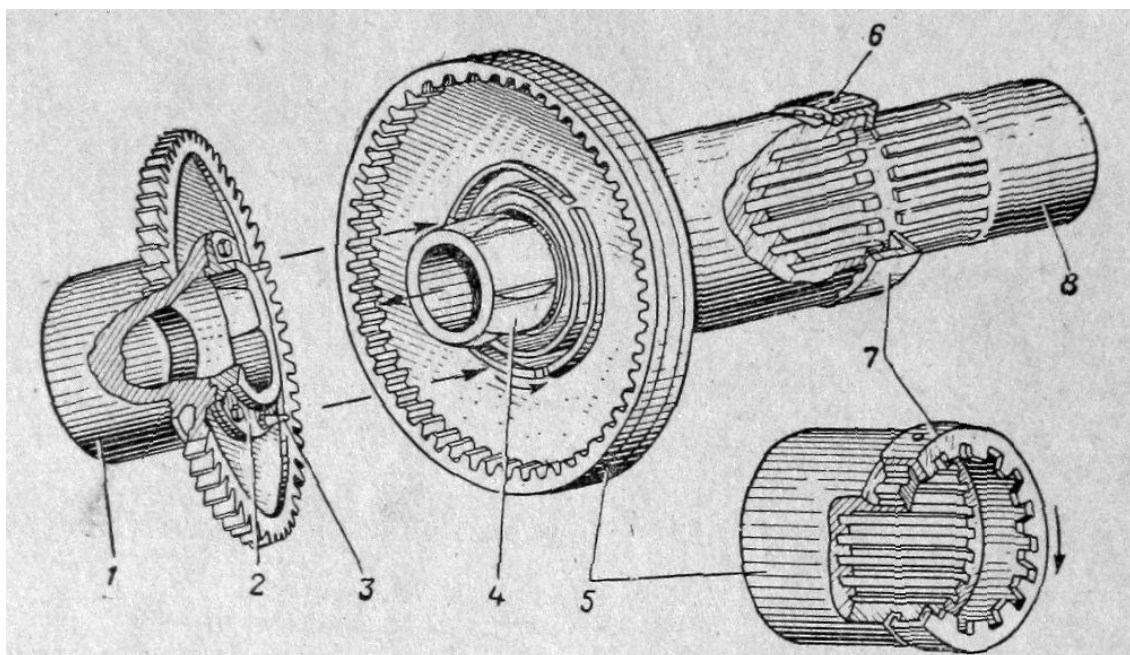


Рис. 64. Соединительная муфта:

1 — ведомая шлицевая втулка; 2 — крышка шаровой опоры; 3 — болт фиксатора; 4 — сферический хвостовик вала колеса турбины; 5 — ведущая шлицевая втулка; 6 — фиксатор; 7 — фиксирующая втулка; 8 — вал колеса турбины

Стяжная втулка буртиком входит в канавку запрессованной в вал упорной втулки и запирается в ней стопорным кольцом.

Внутри ведомой шлицевой втулки имеются два зуба, входящие в две канавки из четырех профрезерованных на поверхности стяжной втулки. Этим устраняется проворот стяжной втулки при затяжке гайки.

В вал колеса турбины с передней стороны запрессован и зафиксирован в нем штифтом сферический хвостовик 4 вала колеса турбины, изготовляемый из стали 12Х2Н4А. С передней стороны сферический хвостовик имеет три шлица с шаровой поверхностью.

В ведомой шлицевой втулке 1 имеется сферическое гнездо, с заднего торца к ней крепится крышка 2 шаровой опоры, внутренняя сферическая поверхность которой прорезана тремя сквозными продольными канавками, соответствующими трем шлицам сферического хвостовика вала колеса турбины. Через эти канавки хвостовик вводится в шаровое гнездо ведомой шлицевой втулки. При повороте вала колеса турбины шлицы сферического хвостовика входят в шлицы крышки шаровой опоры.

В таком положении задний вал колеса компрессора и вал колеса турбины становятся неразъемными.

Крышка шаровой опоры крепится к торцу ведомой шлицевой втулки шестью болтами, три из которых (болты 3 фиксатора) имеют со стороны, противоположной резьбе, цилиндрические выступы.

пряженные сферические поверхности имеют возможность передавать осевые усилия.

Следовательно, в собранном виде внутренние эвольвентные шлицы ведущей шлицевой втулки должны входить во впадины наружных шлиц ведомой втулки, шаровые шлицы сферического хвостовика должны изнутри сопрягаться с шаровыми шлицами на крышке шаровой опоры, и болты фиксатора должны входить в отверстия на торце ведущей втулки.

Это достигается точным угловым расположением на ведущей втулке шлиц, отверстий под болты фиксатора и шаровых шлиц хвостовика относительно одного широкого внутреннего шлица на ней (соответствующего широкой впадине и на валу колеса турбины), который является установочным.

Угловое расположение шаровых шлиц крышки шаровой опоры должно быть также точно выдержано относительно отверстий под болты фиксатора.

Система охлаждения

Для обеспечения надежности работы газовой турбины в двигателе применяется система охлаждения воздухом.

Воздух используется для охлаждения диска турбины, заднего роликоподшипника, тепловой изоляции корпуса заднего подшипника и для создания повышенного давления ($0,3 \text{ кг/см}^2$) внутри корпусов среднего и заднего подшипников с целью улучшения работы их масляных лабиринтных уплотнений.

Подача воздуха под давлением обеспечивается центробежным вентилятором, колесо которого установлено на заднем валу колеса компрессора перед средним подшипником. Колесо вентилятора вращается в полости, образованной корпусом 3 (рис 65) вентилятора и задней стенкой 4 вентилятора.

Лабиринт уменьшает перетекание воздуха в зазоре между колесом вентилятора и стенкой вентилятора.

Корпус вентилятора отлит из алюминиевого сплава АЛ5 и центрируется на корпусе заднего входного патрубка; фланец его зажат между корпусом заднего входного патрубка и корпусом среднего под-

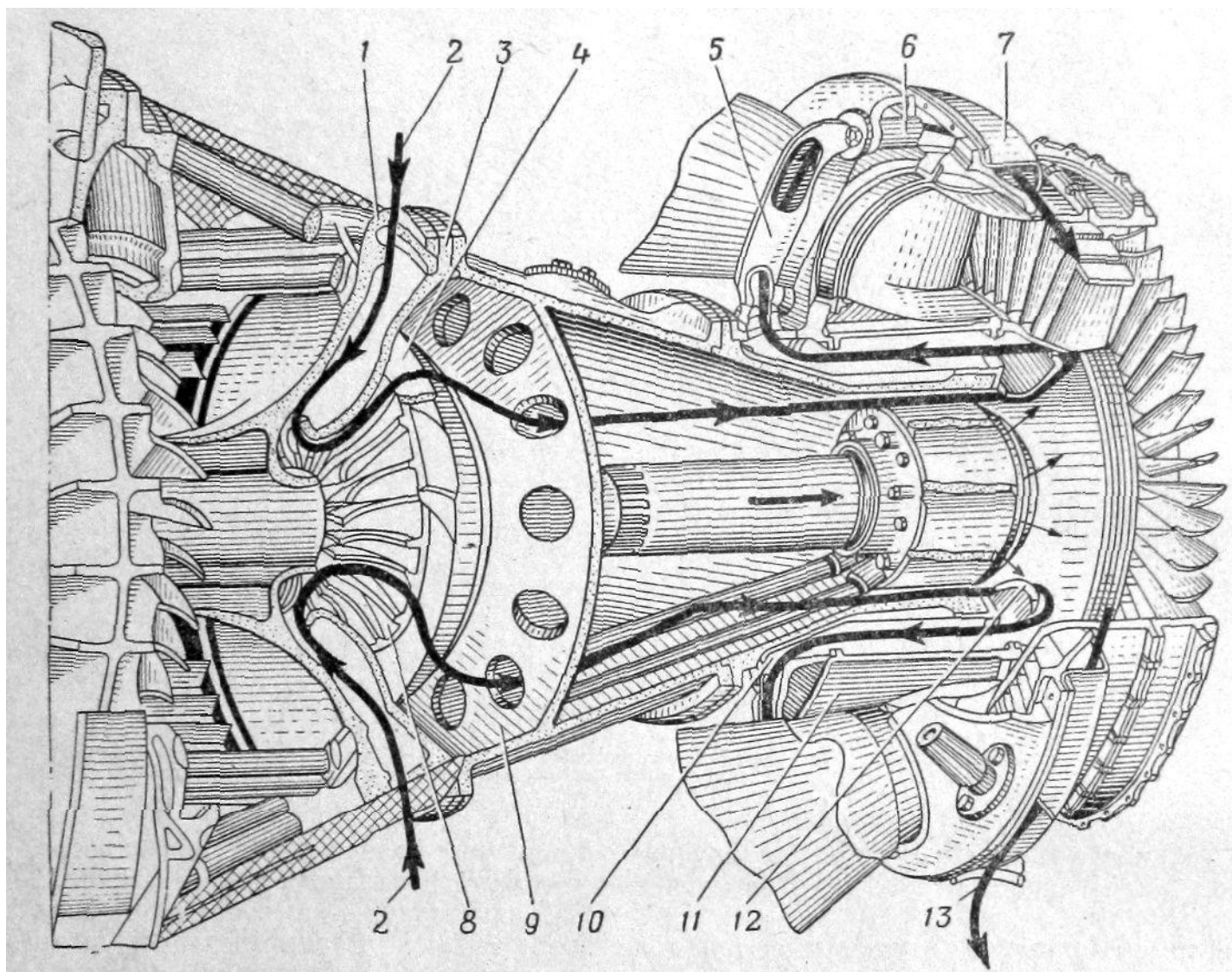


Рис. 65. Схема охлаждения двигателя:
1 — стенка заднего входного устройства; 2 — вход воздуха в вентилятор; 3 — корпус вентилятора; 4 — задняя стенка вентилятора; 5 — воздушная трубка; 6 — воздушный патрубок; 7 — воздухоотводящая коробка; 8 — КОЛЕСО вентилятора; 9 — КОРПУС среднего подшипника; 10 — тепловой отражатель; 11 — барабан газосборника; 12 — козырек обдува диска колеса турбины; 13 — выход охлаждающего воздуха

Воздух к колесу вентилятора подводится через щели в корпусе заднего входного патрубка, закрытые сеткой компрессора.

Колесо 8 вентилятора, отштампованное из алюминиевого сплава АК4-1, центрируется на заднем валу компрессора пояском и вставленной в ее ступицу упорной втулкой и прижато к буртику вала гайкой, под которую подложены стальная прокладка и стопорная шайба.

Между буртиком вала и ступицей колеса вставлено калиброванное кольцо, с помощью которого устанавливается необходимый осевой зазор между лопатками колеса и корпусом вентилятора. Спереди у колеса имеется 30 лопаток, входные кромки которых загнуты в сторону ее вращения. На задней стенке колеса имеется три concentрических выступа, образующие вместе с кольцевыми проточками на задней стенке вентилятора лабиринт.

Внутренняя конфигурация корпуса вентилятора соответствует конфигурации лопаток колеса. На стенке корпуса вентилятора за профилированной частью имеется 12 бобышек, в которые изнутри ввернуты шпильки крепления задней стенки вентилятора. Задняя стенка вентилятора отлита из алюминиевого сплава АЛ4 и представляет собой плоскую стенку, на внутренней поверхности которой выфрезеровано 12 лопаток, образующих диффузор вентилятора. В лопатках имеются отверстия для крепления к корпусу вентилятора. Задняя стенка вентилятора центрируется на его корпусе пояском, проточенным по ее лопаткам. На внутренней поверхности задней стенки имеются три кольцевые лабиринтные канавки.

В стенке вентилятора обработаны 12 отверстий, расположенных по окружности. Назначение отверстий — разгружать заднюю стенку и колесо от давления охлаждающего воздуха.

Охлаждающий воздух проходит через лопаточный диффузор вентилятора, через отверстия в перегородив корпуса 9 среднего подшипника, через окна, образованные внутренними ребрами корпуса заднего подшипника, и, обтекая козырек 12 обдува, охлаждает диск турбины. Часть воздуха проходит через спиральные канавки 1 (рис. 66) на валу колеса турбины, охлаждает задний роликовый подшипник 4, выходит через радиальные канавки 7 на

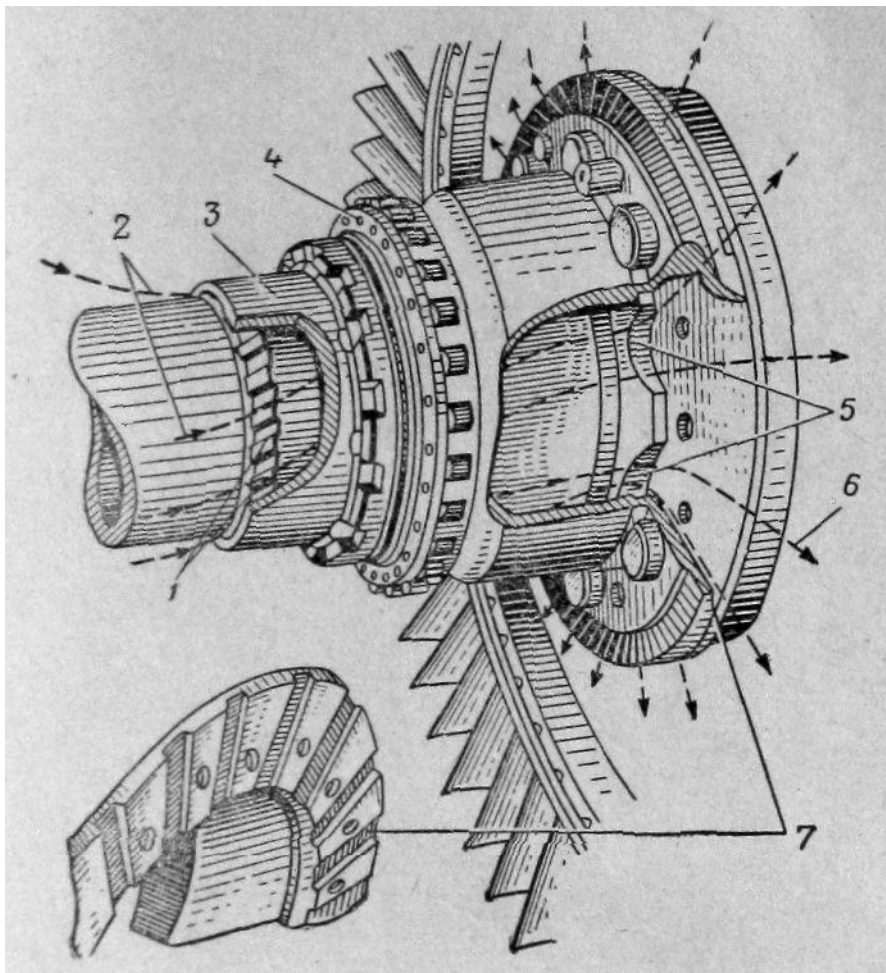


Рис. 66. Схема охлаждения заднего роликоподшипника: 1 — спиральные канавки на валу колеса турбины; 2 — вход воздуха под втулку; 3 — втулка вала колеса турбины; 4 — задний роликовый подшипник; 5 — канавки для прохода воздуха на заднем посадочном пояске вала; 6 — выход охлаждающего воздуха; 7 — радиальные канавки втулки вала колеса турбины

торце втулки вала колеса турбины и соединяется с общим потоком.

Из кольцевого пространства, образованного барабаном 11 газосборника (см. рис. 65) и тепловым отражателем 10, охлаждающий воздух отводится через девять воздушных трубок 5 и воздушные патрубки 6, проходящие через крышку газосборника, в воздухоотводящую коробку 7, а из нее — в атмосферу.

Рабочий процесс в турбине

Рабочий процесс в турбине протекает обратн процессу в компрессоре, т. е. энергия давления нагретого рабочего газа преобразуется здесь в кинетическую энергию, часть которой превращается в механическую работу вращения колеса турбины.

Из камер сгорания газы проходят через девять патрубков газосборника и попадают на лопатки соплового аппарата.

В сопловом аппарате происходит частичное преобразование располагаемой потенциальной энергии

в кинетическую энергию вытекающей струи; при этом увеличивается скорость газа и уменьшаются его давление и температура.

Из соплового аппарата газы с измененным направлением и скоростью поступают на лопатки колеса турбины.

Преобразование тепловой энергии в кинетическую происходит как в сопловом аппарате, так и на лопатках колеса турбины, что и определяет турбину как реактивную.

Для предотвращения потерь от радиального перетекания газа в турбине лопатки колеса турбины выполнены с переменной степенью реактивности, увеличивающейся от основания к периферии.

Это достигается применением переменного профиля по длине лопатки. При такой профилировке давление газа по радиусу увеличивается от основания к периферии лопатки, что уравнивает центробежные силы, приложенные к частицам газа на любом радиусе.

КОРОБКА ПРИВодОВ

Коробка приводов расположена в передней части двигателя и крепится к корпусу переднего подшипника двигателя посредством 30 шпилек.

Коробка приводов служит для установки агрегатов и размещения приводов передачи вращения от вала двигателя к агрегатам.

В коробке приводов смонтированы следующие приводы: приводы 5 верхнего и нижнего топливных насосов (рис. 67, 68), привод 9 маслоснасосов, привод 7 стартера, два привода 6 таходинамо и наклонный привод 8 коробки самолетных агрегатов.

Все перечисленные агрегаты монтируются на наружных стенках коробки, за исключением коробки самолетных агрегатов, которая крепится на раме крепления двигателя. К нижней стенке коробки приводов крепится коробка маслоснасосов.

Корпус коробки приводов

Корпус коробки приводов представляет собой четырехугольную коробку с круглым фланцем, отлитую из алюминиевого сплава АЛ4. На задней стенке фланца проточен буртик для центрирования ее в корпусе переднего подшипника. Во фланце просверлено 30 отверстий для крепления коробки к корпусу переднего подшипника и три отверстия под фиксирующие штифты.

В задней стенке коробки на одной вертикальной оси расположены три фланца с отверстиями.

В среднее отверстие ставится фланец подшипника ведущего цилиндрического зубчатого колеса главного привода 3, а в два крайних отверстия ставятся стаканы подшипников промежуточных приводов 4. На этой же оси внизу расположено четырехугольное сквозное отверстие, предназначенное для слива масла из полости корпуса переднего подшипника двигателя в коробку маслоснасосов. На поверхности задней стенки имеются пять продолговатых бобышек: две с отверстиями и три глухие, расположенные на одной вертикальной оси.

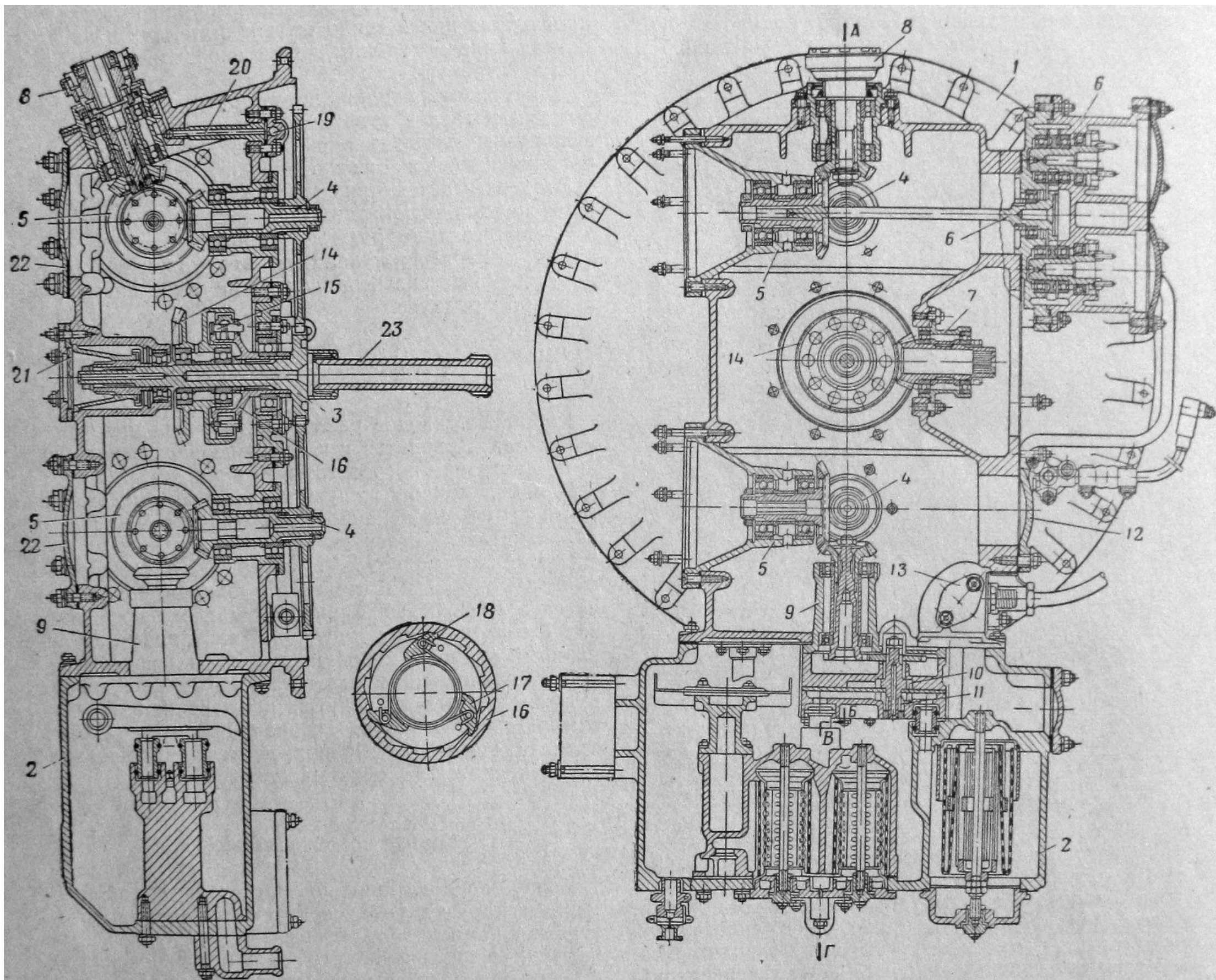


Рис. 67. Коробка приводов:

1 — корпус коробки приводов; 2 — коробка маслососов; 3 — главный привод; 4 — промежуточные приводы; 5 — приводы топливных насосов; 6 — привод таходинамо; 7 — привод электростартера; 8 — привод коробки самолетных агрегатов; 9 — привод маслососов. 10 — откачивающий маслосос; 11 — нагнетающий маслосос; 12 — крышка; 13 — редукционный клапан; 14 — коническое зубчатое колесо с ведущей полумуфтой электростартера; 15 — ось собачки; 16 — ведомая полумуфта; 17 — собачка; 18 — пружина собачки; 19 — верхний фланец внутренней трубки; 20 — внутренняя трубка подвода масла к приводу коробки самолетных агрегатов; 21 — суфлер; 22 — крышка технологически от-
верстий; 23 — рессора

Глухие бобышки предназначены для крепления среднего и промежуточных фланцев, в которые вставляются трубки подвода масла для смазки цилиндрических зубчатых колес главного и промежуточных приводов, зубчатых колес привода верхнего топливного насоса, подшипников наклонного привода коробки самолетных агрегатов и зубчатых колес привода стартера.

С левой стороны задней стенки коробки имеется два отверстия. К верхнему отверстию крепится снаружи на трех шпильках верхний фланец со штуцером подвода масла к переднему подшипнику двигателя. Изнутри в отверстие вставлен переходник, уплотненный резиновым кольцом, а в переходник вставлена трубка, подводящая масло к форсунке переднего подшипника, укрепленной на корпусе пе-

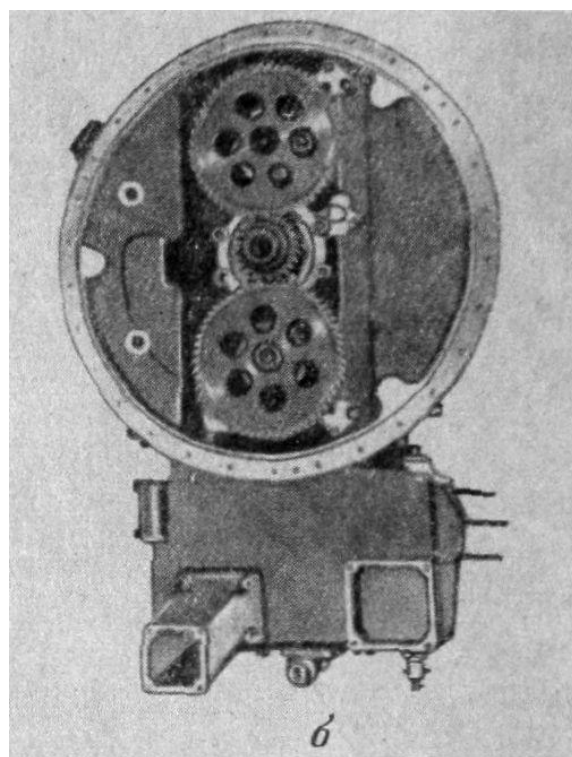
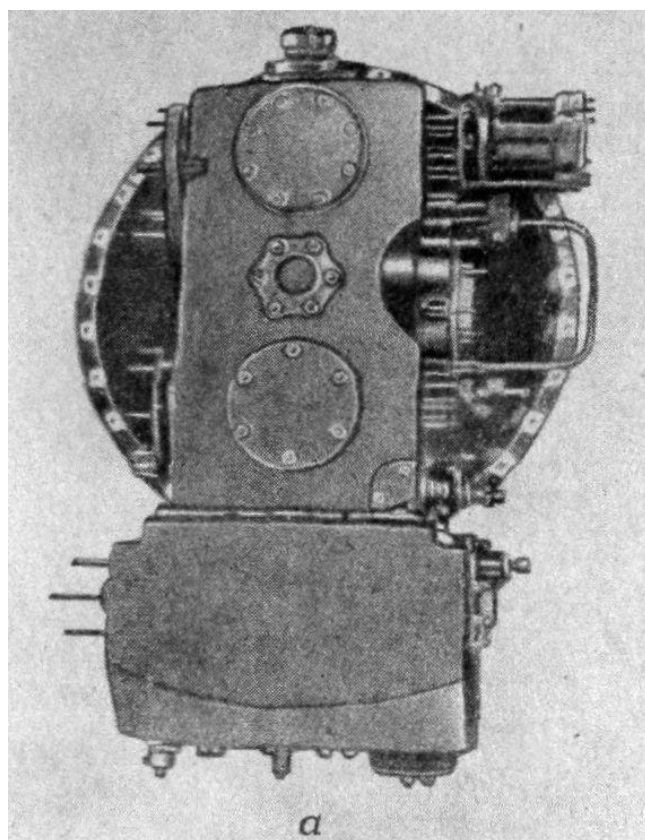


Рис. 68. Коробка приводов и маслососов:
а — вид спереди- б — вид сзади

Трубки уплотняются во фланцах резиновыми прокладками круглого сечения.

В нижней продолговатой бобышке, расположенной слева, просверлено отверстие, выходящее в распределительный канал, расположенный в нижней части коробки, к которому через переходник поступает масло из нагнетающей полости коробки маслососов.

К этой бобышке на двух шпильках крепится нижний фланец трубки, через которую масло подводится к промежуточным и среднему фланцам. Пятая продолговатая бобышка расположена сверху коробки и имеет сквозное отверстие, через которое проходит трубка подвода масла к наклонному приводу.

С наружной стороны к бобышке двумя шпильками крепится верхний фланец 19 трубки (см. рис. 67). Между верхним фланцем и бобышкой коробки зажат фланец трубки 20 подвода масла к наклонному приводу. В этой трубке имеется боковое отверстие, через которое проходит масло для смазки зубьев конических зубчатых колес: муфты и привода стартера.

реднего подшипника. На штуцер верхнего фланца с помощью накидной гайки надета трубка, второй конец которой соединен со штуцером, укрепленным на левой стенке коробки привода внизу.

К нижнему отверстию с наружной стороны коробки крепится фланец, а изнутри в него вставляется переходник подвода воздуха от компрессора к лабиринтному уплотнению переднего подшипника.

На левой стенке коробки имеются три фланца с отверстиями, расположенными на одной вертикальной оси.

К фланцу среднего отверстия крепятся стартер, а изнутри фланец имеет конический стакан под привод 7 стартера. В верхнее отверстие вставляется переходник двойного привода 6 таходинамо, который совместно с корпусом привода крепится к фланцу коробки тремя шпильками.

Фланец нижнего отверстия закрывается крышкой 12. На поверхность левой стенки внизу выходят три отверстия: два резьбовые и одно с фланцем. Все три отверстия входят в распределительный канал, соединенный с вертикальным каналом подвода масла из коробки маслососов. К фланцу третьего

отверстия крепится нижний фланец трубки подвода масла к переднему подшипнику. В большое резьбовое отверстие ввинчивается штуцер для подсоединения трубки подвода масла к среднему и заднему подшипникам двигателя, а меньшее—для подсо-

пан, выходит в канал подвода масла от нагнетающего маслососа.

Нижняя стенка коробки представляет собой прямоугольный фланец для крепления коробки 7 маслососов (рис. 70). В ней имеется отверстие, через

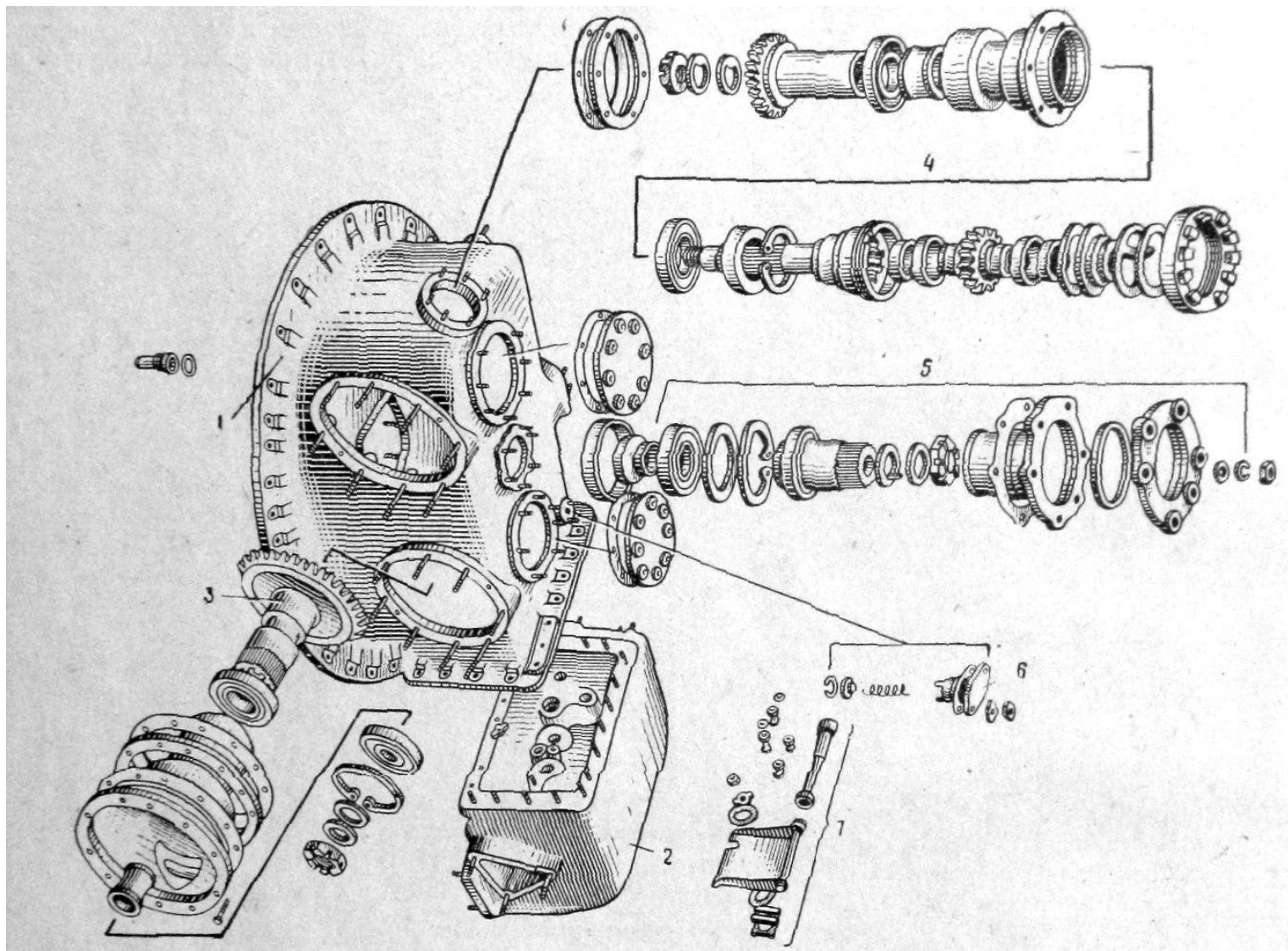


Рис 69. Детали коробки приводов и маслососов:

1 — корпус коробки приводов; 2 — коробка маслососов; 3 — привод топливного насоса; 4 — привод коробки самолетных агрегатов; 5 — суфлер; 6 — редукционный клапан; 7 — воздухо-

единения трубки, подводящей масло к манометру. В правой стенке коробки на одной вертикальной оси расположены два отверстия с фланцами для крепления верхнего и нижнего топливных насосов.

В верхней стенке под углом 20° к вертикальной оси в специальном приливе расточено отверстие под наклонный привод 8 коробки самолетных агрегатов. С внутренней стороны коробки в приливе имеются сверления для подсоединения трубки и пропуска масла к наклонному приводу. В передней стенке коробки приводов имеются три отверстия с фланцами, расположенные на одной вертикальной оси.

Фланец среднего отверстия предназначен для крепления корпуса и крышки суфлера 21.

Верхнее и нижнее отверстия закрыты крышками 22 и служат для технологических целей и удобства монтажа.

В левом нижнем углу передней стенки снаружи имеется фланец с двумя шпильками для крепления редукционного клапана 6 (рис. 69). Отверстие этого фланца, в которое вставляется редукционный кла-

пан, которое проходит привод маслососов, отверстие для переходника подвода масла от нагнетающего маслососа, треугольный фланец для крепления трубки слива масла из коробки приводов, отверстие малого диаметра для суфлирования коробки маслососов и сквозное отверстие для размещения хвостовика валика ведущих зубчатых колес маслососов.

Приводы агрегатов

Кинематическая схема приводов, размещенных в коробке, приведена на рис. 71.

Ведущее цилиндрическое зубчатое колесо 2 главного привода (см. рис. 70) расположено на одной оси с передним валом колеса компрессора и приводится от него во вращение через рессору 23 (см. рис. 67), имеющую эвольвентные шлицы на обоих концах. Через специальную центробежную муфту 3 (см. рис. 70) ведущее цилиндрическое зубчатое колесо соединено с ведомым коническим зубчатым ко-

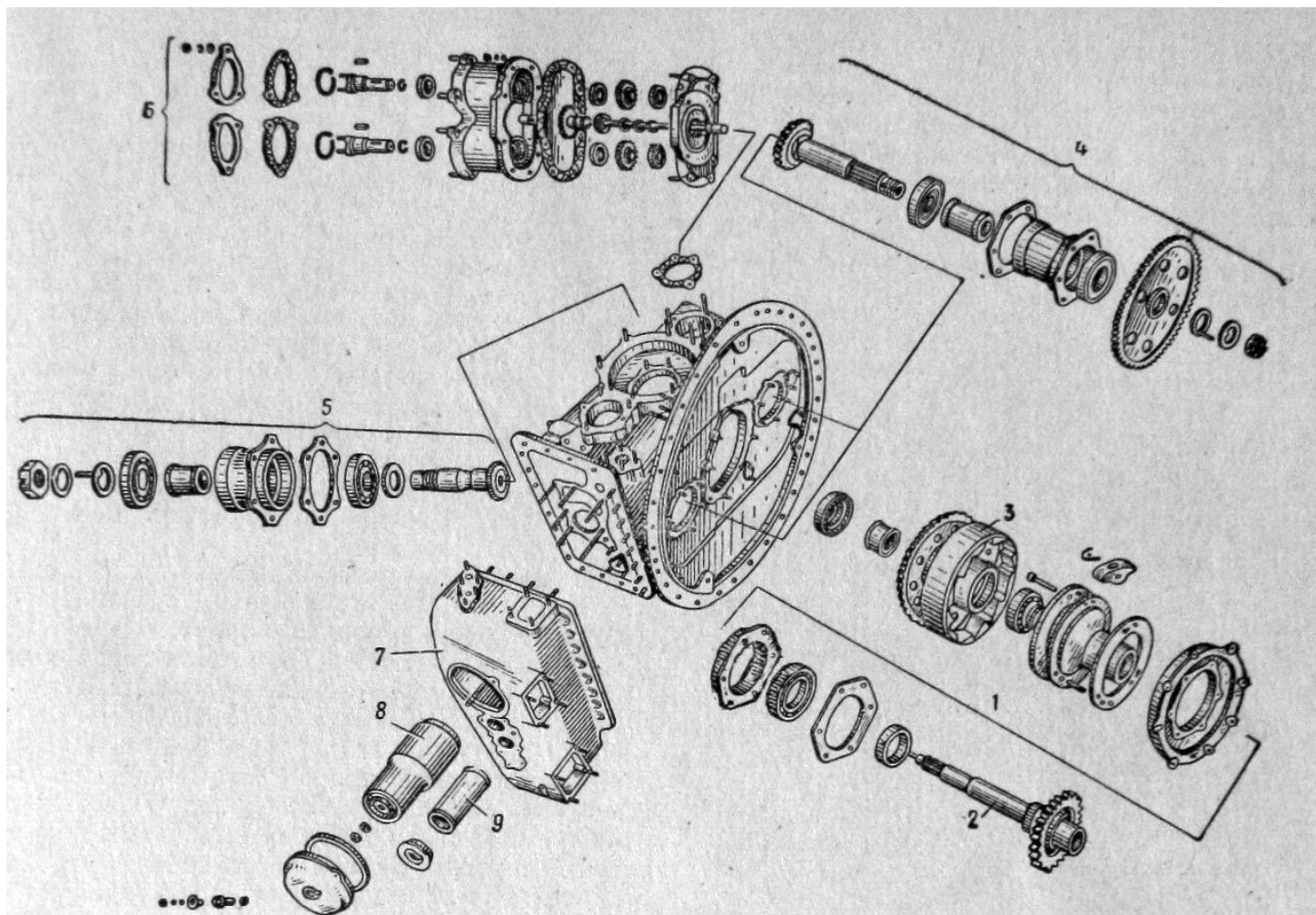


Рис. 70. Детали коробки приводов и маслонасосов:
1 — главный привод; 2 — ведущее цилиндрическое зубчатое колесо 9 — центробежная муфта, 4 — промежуточный привод 5 — привод стартера; 6 — привод таходинамо; 7 — коробка маслонасосов; 8 — шелевой фильтр высокого давления; 9 — сетчатый фильтр низкого давления

лесом 14 (см. рис. 67) электростартера, которая центрируется относительно валика цилиндрического зубчатого колеса двумя шарикоподшипниками.

Ось ведущего Конического зубчатого колеса привода 7 электростартера лежит в одной горизонтальной плоскости с осью ведомого зубчатого колеса электростартера и перпендикулярна ей.

Ведомое зубчатое колесо электростартера представляет собой ведущую часть муфты, которая соединяется с ведомой частью муфты при помощи трех собачек 17.

Ведущее цилиндрическое зубчатое колесо главного привода находится в зацеплении с двумя цилиндрическими зубчатыми колесами промежуточных приводов 2 (см. рис. 71).

С верхним ведущим коническим зубчатым колесом сцеплено ведомое коническое зубчатое колесо 3 привода верхнего топливного насоса, в свою очередь передающее вращение на коническое зубчатое колесо привода 4 коробки самолетных агрегатов.

С нижним коническим ведущим зубчатым колесом сцеплено ведомое коническое зубчатое колесо привода нижнего топливного насоса, последнее передает вращение на коническое зубчатое колесо привода 9 маслонасосов.

Привод 5 таходинамо получает вращение от привода верхнего топливного насоса через рессору, которая служит хвостовиком ведущего цилиндрического зубчатого колеса, от нее вращение передается двум ведомым цилиндрическим зубчатым колесам сдвоенного привода. Через эти зубчатые колеса вращение передается на валики, к которым подсоединяют генераторы таходинамо.

Главный привод

Главный привод 3 (см. рис 67), от которого получают вращение все агрегаты, состоит из ведущего цилиндрического зубчатого колеса и сидящих на одной оси с ним конического зубчатого колеса 14 и центробежной муфты. Ведущее цилиндрическое зубчатое колесо расположено на одной оси с передним валом компрессора и приводится им во вращение через пустотелую рессору 23, имеющую по концам эвольвентные шлицы. В ведущем цилиндрическом зубчатом колесе и переднем вале колеса компрессора имеются соответствующие внутренние эвольвентные шлицы, с которыми сочленяются шлицы рессоры.

Ведущее цилиндрическое зубчатое колесо главного привода центрируется в двух подшипниках. Задний шариковый подшипник сидит в стальном

стакане, упирается в его буртик и затянут упорным диском. Стакан, в свою очередь, вставлен во фланец подшипника ведущего цилиндрического зубчатого колеса, который отлит из сплава АЛ5 и крепится к фланцу задней стенки коробки приводов. Между торцом фланца и стенкой коробки приводов проложена калибровая шайба, с помощью которой устанавливается нужный зазор между зубьями ведущего и ведомого конических зубчатых колес привода стартера.

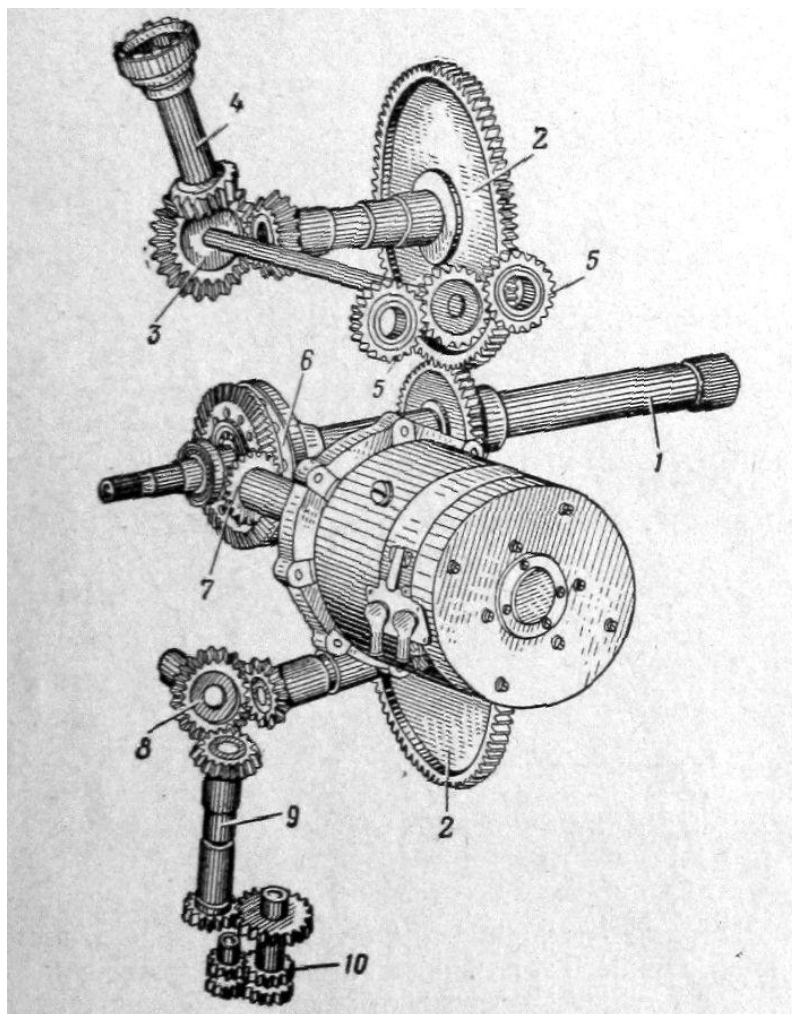


Рис 71. Кинематическая схема коробки приводов:
1 — главный привод; 2 — промежуточные приводы; 3 — ведомое коническое зубчатое колесо привода верхнего топливного насоса; 4 — привод коробки самолётных приводов; 5 — привод топливного насоса; 6 — коническое зубчатое колесо привода электростартера; 7 — коническое зубчатое колесо привода электростартера; 8 — привод нижнего топливного насоса; 9 — привод маслонасоса; 10 — маслонасосы

Передний подшипник, роликовый, сидит в стальном стакане, запрессованном в гнездо суфлера, отлитое вместе со стенкой коробки приводов.

Его наружная обойма прижата к буртику гнезда суфлера упорным и стопорным кольцами. Центробежная муфта привода стартера состоит из ведущей и ведомой полумуфт.

На ведущем валике детали смонтированы в такой последовательности (считая от зубчатого колеса): ведомая полумуфта, два шарикоподшипника, на которых центрируется ведомое коническое зубчатое колесо привода стартера, между подшипниками поставлена дистанционная втулка, роликовый подшипник ведущего цилиндрического зубчатого колеса, муфта суфлера. Все эти детали на хвостовике затянуты гайкой, законтренной контршайбой с усиком. Внутренняя обойма шарикоподшипника

ведущего цилиндрического зубчатого колеса напрессована на поясok ведомой полумуфты и зажата между буртиком полу муфты и дистанционной втулкой, упирающейся в зубчатое колесо, ведомая полумуфта 16 изготовлена из стали 40ХНМА и насажена на шлицы хвостовика ведущего зубчатого колеса. Она состоит из ступицы и обода с двумя высокими буртиками. Через три отверстия в буртах обода пропущены оси, на которых вращаются собачки 17, оси собачек запираются упорным кольцом, которое надевается на буртик снаружи и при повороте входит своими прорезями в прорези на осях, выступающих за бурт. В обод со стороны ступицы вставляются три штифта с заточками. Штифты выжимаются из ведомой полумуфты спиральными пружинами, входят заточками в отверстия на упорном кольце и не дают ему повернуться. Этим устраняется возможность выпадения осей собачек. Штифты, помимо контровки упорного кольца, ограничивают утопание собачек в полумуфте.

В собачках имеются сквозные прорези, в которые входят пружины 18 собачек, сидящие на осях. Одним концом пружина упирается в обод, а другим — в собачку. Передняя часть собачки под действием пружинки все время удерживается в приподнятом положении, в результате чего «носик» собачки выступает за габариты ведомой полумуфты, находясь в зацеплении с внутренними храповыми зубьями ведущей полумуфты, изготовленной заодно с ведомым коническим зубчатым колесом привода стартера. Задняя часть собачки тяжелее передней. Жесткость пружин рассчитана таким образом, что при определенном числе оборотов (1200—1800 об/мин) под действием центробежных сил задняя часть собачки преодолевает усилие пружины и подымается вверх, а передняя часть — носик — опускается, утопая за борты ведомой полумуфты до упора в ограничительный штифт, и таким образом собачки выходят из зацепления с храповиком ведущей полумуфты, т. е. ведущая полумуфта разобщается с набравшей обороты ведомой полумуфтой.

Коническое зубчатое колесо с ведущей полумуфтой привода стартера вращается на двух шариковых подшипниках, наружные обоймы которых сидят в расточенных в ней поясках, а внутренние — на хвостовике ведущего цилиндрического зубчатого колеса.

Коническое зубчатое колесо изготовлено из стали 12Х2Н4А заодно с храповиком ведущей полумуфты, имеющим 12 внутренних зубьев специального профиля для зацепления с собачками ведомой полумуфты.

В стенке ведущей полумуфты просверлено восемь отверстий для облегчения. В ступице просверлено четыре радиальных отверстия для улучшения смазки подшипников.

Во внутреннем уступе, в который упираются с обеих сторон подшипники, профрезерованы три канавки для удобства съема подшипников.

Привод стартера

Ведущее коническое зубчатое колесо находится в зацеплении с ведомым коническим зубчатым коле-

сом привода стартера. Ведущее коническое зубчатое колесо вращается в двух шариковых подшипниках, сидящих в стальном стакане, который входит в отверстие на левой стенке коробки приводов и крепится к ней шестью шпильками. Между фланцем стакана и стенкой коробки проложено калиброванное кольцо, предназначенное для подбора зазора в зубьях конической пары. В теле стакана просверлено три радиальных отверстия для улучшения смазки подшипников. Внутренние обоймы подшипников напрессованы на хвостовик зубчатого колеса, расперты дистанционной втулкой и зажаты гайкой в конце хвостовика колеса. Гайка законтрена контршайбой с усиком.

Ведущее зубчатое колесо привода стартера изготовлено из стали 12Х2Н4А, во внутренней полости его имеются прямоугольные шлицы, в которые вводится хвостовик стартера.

Суфлер

Суфлер предназначен для сообщения с атмосферой полости коробки приводов, коробки маслососов и корпуса переднего подшипника.

Суфлер 5 (см. рис. 69) состоит из вращающейся муфты и неподвижного корпуса.

Корпус суфлера представляет собой полый тонкостенный конус с фланцем, отлитый из алюминиевого сплава АЛ5. Он центрируется в выточке передней стенки коробки приводов, зажимается алюминиевой крышкой суфлера со сквозным отверстием и крепится к коробке шестью шпильками. Внутри корпуса суфлера в передней его части проточен пояс, в который вставляется латунная сетка, заделанная в медную обойму. Сетка зажимается центрирующим выступом крышки суфлера.

Корпус суфлера заканчивается цилиндрическим буртиком. На его внутренней поверхности нарезана резьба. Муфта суфлера изготовлена из стали 40ХНМА, сидит на шлицах хвостовика ведущего цилиндрического зубчатого колеса и центрируется на нем спереди запрессованной в него стальной опорной втулкой, а сзади — пояском.

На муфте имеется буртик, в передней стенке которого проточена кольцевая выточка. В эту выточку, образуя лабиринт, входит цилиндрический буртик корпуса суфлера. Этот лабиринт и резьба на корпусе суфлера, нарезанная в сторону, противоположную вращению главного привода, не дают маслу проходить к сетке суфлера, но воздух свободно проходит в зазоры лабиринта.

Промежуточные приводы

На задней стенке коробки приводов смонтированы два промежуточных привода 4 (см. рис. 67), ведущие конические зубчатые колеса, которые сцеплены с зубчатыми колесами приводов топливных насосов. Промежуточный привод состоит из двух зубчатых колес — цилиндрического и конического. Цилиндрическое колесо промежуточного привода, изготовленное из стали 12Х2Н4А, сцепляется с ведущим цилиндрическим зубчатым колесом главного привода коробки приводов. Для облегчения колеса в стенке венца просверлено шесть отверстий.

В ступицу колеса запрессованы две опорные втулки, которыми оно центрируется на хвостовике конического зубчатого колеса, а для сцепления с ним имеются эвольвентные шлицы. Коническое зубчатое колесо, изготовленное из стали 12Х2Н4А, вращается в двух шариковых подшипниках, наружные обоймы которых сидят в стальном стакане, вставленном в отверстие задней стенки коробки приводов. Между фланцем стакана и стенкой коробки проложена калибровая шайба, обеспечивающая регулировку зазора между зубьями конической пары. Подшипники напрессованы на хвостовик конического зубчатого колеса и прижаты к его буртику торцем ступицы цилиндрического колеса; между подшипниками зажата дистанционная втулка.

Все сидящие на хвостовике конического зубчатого колеса детали затянуты гайкой и законтрены контршайбой с усиком.

Приводы топливных насосов

Топливный насос приводится во вращение от рессоры с прямоугольными шлицами, которая вставляется в отверстие конического зубчатого колеса привода 3 (см. рис. 69) топливного насоса, вращающегося от промежуточного привода. Приводы верхнего и нижнего насосов одинаковы.

Коническое зубчатое колесо привода вращается в двух шариковых подшипниках, внутренние обоймы которых напрессованы на ее хвостовик. В промежутке между подшипниками имеется распорная втулка. Все эти детали на хвостовике колеса зажаты гайкой и застопорены контршайбой с усиком. Наружные обоймы сидят в двух стальных втулках, запрессованных в выточки отлитого из алюминиевого сплава АЛ5 фланца привода топливного насоса. Задняя втулка имеет буртик, в который упирается торец обоймы подшипника. Передний подшипник фиксируется вставленным в канавку фланца разрезным пружинным кольцом.

Фланец привода центрируется в отверстии правой стенки коробки приводов и крепится к ней двумя винтами с потайной головкой и восемью шпильками; на этих же шпильках крепятся и топливные насосы. Винты предназначены для того, чтобы не нарушать зацепления зубчатых колес при установке или снятии топливного насоса.

Между фланцем привода и стенкой коробки проложено калиброванное кольцо для регулирования зазора в зубьях конических зубчатых колес.

Четыре отверстия, просверленные во фланце привода между подшипниками, предназначены для улучшения смазки подшипников.

Во внутреннем буртике фланца привода прорезаны три полукруглые канавки для съемника. В конической части фланца привода прорезано два окна для слива масла из внутренней полости фланца. Внутренние шлицы конического зубчатого колеса верхнего топливного насоса используются также для подсоединения рессоры привода таходинамо.

Привод коробки самолетных агрегатов

Привод 4 коробки самолетных агрегатов монтируется в верхней стенке коробки приводов и приво-

дится во вращение от конического зубчатого колеса верхнего топливного насоса. Привод состоит из конического зубчатого колеса и муфты, которые имеют на своих хвостовиках шлицы для соединения между собой. Зубчатое колесо и муфта изготовлены из стали 12Х2Н4А.

Между торцами муфты и колеса затянуты два шариковых подшипника с дистанционной втулкой. Подшипники затянуты гайкой, накрученной на хвостовик муфты и законтренной контршайбой с усиком. Наружные обоймы подшипников сидят в выточках стального стакана, который центрируется в коробке приводов и крепится к ней шестью шпильками.

Между фланцем стакана и торцом коробки проложено калиброванное кольцо, обеспечивающее регулировку зазора между зубьями конической пары. Снаружи на стакане срезана лыска и просверлено отверстие, совпадающее с каналами в приливе стенки коробки приводов, оно предназначено для подачи смазки к подшипникам привода. Этой же цели служит и полукруглая канавка, прорезанная в посадочном пояске под верхний шарикоподшипник на внутренней поверхности стакана.

Для уплотнения полости подшипников между головкой муфты и стаканом ставится резиновый сальник, состоящий из стального каркаса углового сечения, заделанного в резину. Уплотняющая кромка сальника прижимается кольцевой спиральной пружиной к поверхности муфты и препятствует течи масла.

Сальник фиксируется разрезным пружинным кольцом, вставленным в кольцевую канавку на внутренней поверхности стакана. На внутренней поверхности головки муфты имеются эвольвентные Шлицы, в которые входят шлицы сферической втулки. Наружные шлицы сферической втулки имеют эвольвентный профиль, построенный на шаровой поверхности.

Кроме того, эта втулка имеет внутри сквозные прямоугольные шлицы под рессору коробки самолетных агрегатов, а снаружи — два сферических пояска, опирающихся на два сферических бронзовых кольца.

Нижнее кольцо вставлено в расточку в головке муфты, а верхнее — в расточку стальной чашки, которая, в свою очередь, вставлена в расточку муфты. Такая конструкция привода дает возможность шлицевой втулке перекашиваться и компенсировать тем самым несоосность и перекос оси ведущего зубчатого колеса коробки самолетных агрегатов относительно оси привода коробки приводов.

Чашка затягивается накидной гайкой, накрученной на наружную резьбу муфты, и контрится контршайбой с двумя усиками. Для загиба усиков в торце головки муфты прорезаны две канавки.

Под торец чашки подложено калиброванное кольцо для регулирования зазора между сферическими поясками шлицевой втулки и сферическими кольцами.

Полость, в которой находятся шлицы и сферические поверхности втулки, уплотняется с двух сторон резиновыми сальниками. Нижний сальник сидит в головке муфты, а верхний — в чашке. В это пространство набивается смазка НК-50, которая покрывает трущиеся сферические поверхности и шлицы.

Для улучшения смазки в шлицевой втулке просверлены три сквозных отверстия, выходящие на обе сферические поверхности.

Привод маслонасосов

Привод 9 (см. рис. 67) маслонасосов монтируется на нижней стенке коробки приводов и приводится во вращение от конического зубчатого колеса привода нижнего топливного насоса.

Коническое зубчатое колесо привода изготовлено из стали 12Х2Н4А и имеет внутренние треугольные шлицы для сцепления с ведущим цилиндрическим зубчатым колесом маслонасосов. В него запрессована стальная втулка для центрирования хвостовика цилиндрического зубчатого колеса. Цилиндрическое зубчатое колесо, изготовленное из стали 12Х2Н4А, имеет на хвостовике треугольные шлицы и резьбу. Коническое и цилиндрическое зубчатые колеса вращаются в двух шариковых подшипниках, между которыми проложена дистанционная втулка. Нижний подшипник сидит на пояске ведущего цилиндрического зубчатого колеса, а верхний — на пояске конического зубчатого колеса. Подшипники затянуты гайкой, накрученной на хвостовик цилиндрического зубчатого колеса, и законтрены контршайбой.

Между торцом конического колеса и верхним подшипником проложено калиброванное кольцо для регулирования зазора между зубьями конической пары.

Наружные обоймы подшипников сидят в стальных стаканах с буртиками, стаканы запрессованы в корпус привода маслонасосов, отлитого из алюминиевого сплава АЛ5.

Корпус привода маслонасосов представляет собой стакан с фланцем, конфигурация которого соответствует корпусам маслонасосов. Стакан центрируется в нижней стенке коробки приводов, фланец зажимается между корпусами маслонасосов и стенкой коробки. Во фланце корпуса привода просверлено семь отверстий под шпильки крепления и в него запрессовано два контрольных штифта для центрирования корпусов маслонасосов. Во фланце просверлено также отверстие для выхода хвостовика ведомого зубчатого колеса маслонасосов и на его наружной поверхности выполнена цилиндрическая расточка, обеспечивающая зазор между фланцем и торцом ведомого зубчатого колеса.

На внутренней поверхности корпуса привода у посадочных поясков под подшипники прорезано по три канавки для съемников.

Маслонасосы

Маслонасосы состоят из двух корпусов 12 и 14 (рис. 72), отлитых из алюминиевого сплава АЛ5 и разделенных алюминиевой прокладкой из сплава Д1Т, в которых смонтированы зубчатые колеса откачивающего и нагнетающего маслонасосов и ведомое зубчатое колесо привода маслонасосов. Верхний маслонасос является откачивающим, нижний — нагнетающим. Передаточное число от вала двигателя к зубчатым колесам насосов $i=0,265$.

Корпус нагнетающего маслонасоса центрируется двумя контрольными штифтами с корпусом откачивающего маслонасоса и крепится к нему шестью

шпильками. Маслонасосы в собранном виде центрируются контрольными штифтами с корпусом 1 привода маслонасосов и крепятся к нижней стенке коробки приводов семью шпильками.

Ведущие зубчатые колеса 7 и 8 маслонасосов сопрягаются друг с другом и с цилиндрическим зубчатым колесом 6 привода посредством шлиц. Для этой

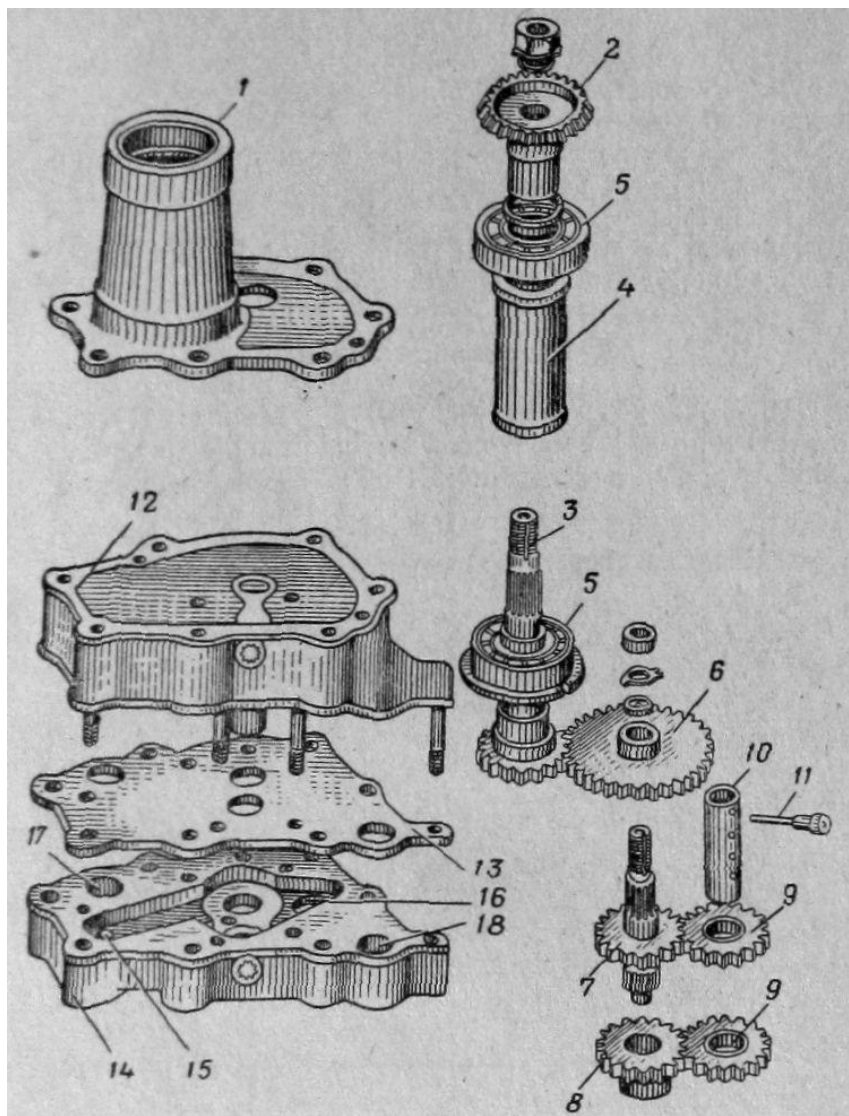


Рис. 72. Маслонасосы:

1 — корпус привода; 2 — коническое зубчатое колесо привода; 3 — цилиндрическое зубчатое колесо привода; 4 — дистанционная втулка; 5 — подшипники; 6 — ведомое цилиндрическое зубчатое колесо, привода маслонасосов; 7 — ведущее цилиндрическое зубчатое колесо откачивающего маслонасоса; 8 — ведущее цилиндрическое зубчатое колесо нагнетающего маслонасоса; 9 — ведомые цилиндрические зубчатые колеса маслонасосов; 10 — ось ведомых колес; 11 — фиксирующий штифт; 12 — корпус откачивающего маслонасоса; 13 — прокладка; 14 — корпус нагнетающего маслонасоса; 15 — вход масла в нагнетающий маслонасос; 16 — выход масла из нагнетающего маслонасоса; 17 — вход масла в откачивающий маслонасос; 18 — выход масла из откачивающего маслонасоса

цели на зубчатых колесах привода и нагнетающего маслонасоса имеются внутренние шлицы, а на ведущем зубчатом колесе откачивающего маслонасоса — наружные шлицы (с двух сторон).

Ведущее зубчатое колесо откачивающего маслонасоса крепится к ведущему зубчатому колесу привода с помощью гайки, накрученной на ее хвостовик и законтренной контршайбой.

В ведомые зубчатые колеса 9 маслонасосов запрессованы бронзовые втулки. Колеса вращаются на стальной оси 10, которая через отверстие в корпусе нагнетающего насоса вставляется в корпус откачивающего насоса и фиксируется в нем штиф-

том 11. Штифт ставится в резьбовое отверстие в корпусе и входит своим концом в отверстие на оси 10; головка штифта закернивается. Ось, на которой вращаются ведомые зубчатые колеса, полая, в ее стенке просверлено шесть отверстий. Одно из них используется для фиксирования оси, а остальные пять — для смазки втулок ведомых колес и расточек в корпусах, в которых вращаются ведущие зубчатые колеса.

В корпусе нагнетающего маслонасоса просверлено горизонтальное отверстие, заглушаемое снаружи резьбовой пробкой. Это отверстие соединено косым сверлением с разгружающей канавкой на внутренней поверхности корпуса и совпадает с отверстием в стенке оси; через него масло в незначительном количестве подводится на трущиеся поверхности зубчатых колес.

На внутренней поверхности корпуса нагнетающего маслонасоса расточены гнезда под ведущее и ведомое зубчатые колеса, профрезерована разгружающая канавка и просверлено несквозное косое отверстие, выходящее в горизонтальный канал для смазки. В корпусе имеются сквозные отверстия под цапфу ведущего зубчатого колеса маслонасоса, под ось ведомых зубчатых колес, для входа масла из сетчатого фильтра 9 (см. рис. 70), для перепуска масла из сетчатого фильтра в откачивающий маслонасос, для выхода масла в фильтр высокого давления 8, для перепуска масла из откачивающего маслонасоса в воздухоотделитель 7 (см. рис. 69). Отверстия для входа масла в нагнетающий маслонасос и выхода его в фильтр высокого давления соединены каналами с гнездами под зубчатые колеса.

Четыре отверстия для входа и выхода масла расточены снаружи под перепускные переходники. В алюминиевой прокладке 13 (см. рис. 72) имеются отверстия под цапфу ведущего зубчатого колеса откачивающего маслонасоса, под ось ведомых колес и два отверстия для перепуска масла в откачивающий насос и из него. Остальные отверстия в нагнетающем маслонасосе перекрыты алюминиевой прокладкой. На внутренней поверхности корпуса откачивающего насоса также расточены гнезда под ведущее и ведомое зубчатые колеса, профрезерована разгружающая канавка, расточено сквозное отверстие под цапфу ведомого зубчатого колеса привода, несквозное отверстие под ось 10 ведомых зубчатых колес и профрезерованы два канала, соединяющие перепускные отверстия с переходниками. С торца в корпусе просверлено горизонтальное отверстие под фиксирующий штифт оси и отверстие, выходящее наружу, предназначенное для слива масла, проникающего через привод.

Привод таходинамо

Привод 6 (см. рис. 70) таходинамо установлен с левой стороны коробки приводов в верхнем отверстии и крепится к фланцу коробки тремя шпильками, проходящими через отверстия в корпусе привода.

Привод таходинамо состоит из корпуса привода, переходника, ведущего цилиндрического зубчатого

колеса с рессорой, двух ведомых цилиндрических зубчатых колес и двух ведомых валиков.

Корпус привода и переходник корпуса отлиты из алюминиевого сплава АЛ4.

Переходник с одной стороны имеет буртик, которым он центрируется в посадочное отверстие коробки приводов, а с другой стороны — две полукруглых выточки, в которых центрируется буртиками корпус переходника.

В середине переходника имеется одно сквозное отверстие и по бокам два глухих. Эти отверстия служат гнездами для установки подшипников. В два боковых гнезда ставятся подшипники ведомых валиков, а в среднее отверстие ставится подшипник, центрирующий рессору с ведущим зубчатым колесом.

Корпус привода представляет собой два полых цилиндра, с одной стороны, по торцам, соединенным между собой фланцем, с помощью которого он крепится к переходнику и центрируется в нем двумя полукруглыми буртиками, с другой стороны в каждом цилиндре имеются внутри выточки, в которых центрируются генераторы таходинамо, а на торцах цилиндров имеются фланцы, в каждый из которых свернуто по три шпильки, с помощью которых генераторы крепятся к корпусу привода. При отсутствии генераторов приводы закрываются специальными крышками.

Крепится корпус привода к переходнику с помощью семи шпилек. Во внутренних полостях привода на шариковых подшипниках монтируются ведомые валики с ведомыми зубчатыми колесами.

Рессора привода изготовлена из стали 12Х2Н4А. Она представляет собой цилиндрический валик сплошного сечения, на одном конце которого нарезаны прямоугольные шлицы, а на другом имеется цилиндрическое зубчатое колесо с девятнадцатью зубьями. Со стороны зубчатого колеса рессора имеет утолщение, на котором нарезана резьба под гайку для крепления подшипника, центрирующего рессору, гайка контрится замками с усиком.

В корпусе переходника подшипник рессоры крепится стопорным кольцом, устраняющим возможность осевого перемещения подшипника. Ведомый валик изготавливается из стали 40ХНМА, внутри пустотелый, центрируется в приводе двумя шариковыми подшипниками, один из которых вставлен в переходник, другой — в корпус переходника.

На валик со шпонкой между подшипниками ставится ведомое зубчатое колесо, по числу зубьев равное ведущему. Оба ведомых валика вращаются синхронно и в одном направлении.

Со стороны внешней полости приводов ведомые валики уплотняются от течи масла специальными кожаными сальниками, которые плотно обжимают шейки валиков под действием спиральных пружин. В корпусе привода сальники крепятся стопорными кольцами, входящими в специальные выточки в корпусе.

Смазка привода барботажная, проникающая из коробки приводов через суфлирующие отверстия, сделанные в теле переходника, и через подшипник рессоры.

РЕАКТИВНАЯ ТРУБА, УДЛИНИТЕЛЬНАЯ ТРУБА И СОПЛОВОЙ НАСАДОК

Горячие газы после турбины поступают в реактивную трубу, в пространство между конусом и внутренней поверхностью реактивной трубы. На самолете газы из реактивной трубы поступают в удлинительную трубу, затем через сопловой насадок выходят наружу. При движении газа в реактивной трубе скорость его снижается, в удлинительной трубе — остается почти постоянной, а в сопловом насадке — увеличивается.

Из соплового насадка газы с большой скоростью выбрасываются в атмосферу и этим самым создается реактивная тяга.

На всех иллюстрациях данного описания двигателя показан без удлинительной трубы.

Реактивная труба

Реактивная труба (рис. 73), представляет собой собственно трубу 4 (рис. 74), сваренную из листовой жаростойкой стали IX18H9T с конусностью 5°.

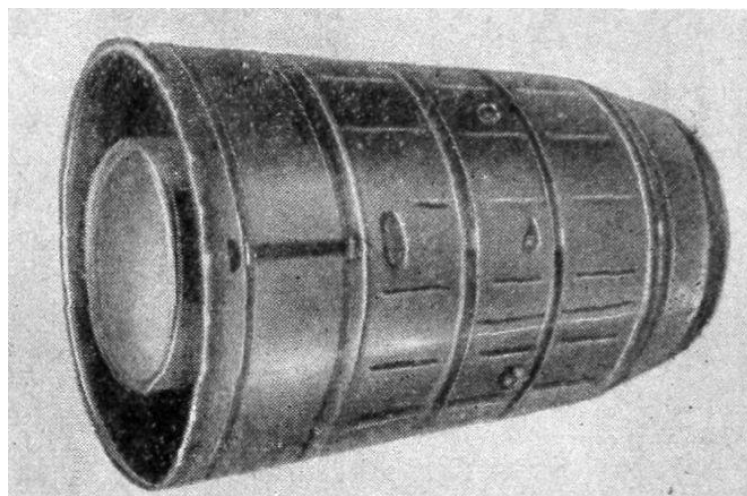


Рис. 73. Реактивная труба с сопловым насадком

С обеих сторон у трубы приварены фланцы, изготовленные из стали 21-11-2, 5. Входной фланец 1 служит для крепления реактивной трубы к корпусу турбины. В нем имеется выточка для центрирования реактивной трубы, 30 отверстий для крепления болтами ее к корпусу турбины, 4 отверстия под винты крепления опорного кольца кожуха воздухоподогревателя и 4 отверстия малого диаметра для контровки этих винтов.

Выходной фланец 17 служит для соединения реактивной трубы с удлинительной трубой или сопловым насадком при помощи болтов. Для этого в нем имеются 26 отверстий.

На трубе между фланцами расположены четыре бандаж, изготовленные из стали IX18H9T.

Первые три бандаж 7 (рис. 75) являются «плавающими», а четвертый 15 приварен непосредственно к реактивной трубе.

Плавающие бандаж по внутреннему диаметру изготавливаются на 3—4 мм больше, чем соответственный диаметр трубы; это дает возможность сво-

бодно расширяться трубе при работе двигателя. Эти бандажы от осевого перемещения фиксируются ограничительными планками 7 (см. рис. 74), которые приварены к трубе по обе стороны бандажей. К входному фланцу реактивной трубы при помощи четырех винтов крепится опорное кольцо 2 кожуха воздухоподогревателя, к которому приварено 8 ограничительных лапок 28, фиксирующих кожух воздухоподогревателя от осевого перемещения.

молетах подогрев воздуха не используется. Кожух от смещения назад зафиксирован шестью лапками 3.

Остальная часть трубы, не закрываемая кожухом, имеет теплоизоляцию.

К наружной поверхности реактивной трубы приварены 8 втулок 13 (см. рис. 75) под стяжные болты крепления конуса реактивной трубы и 4 втулки 14 с резьбой по наружному диаметру под терма-

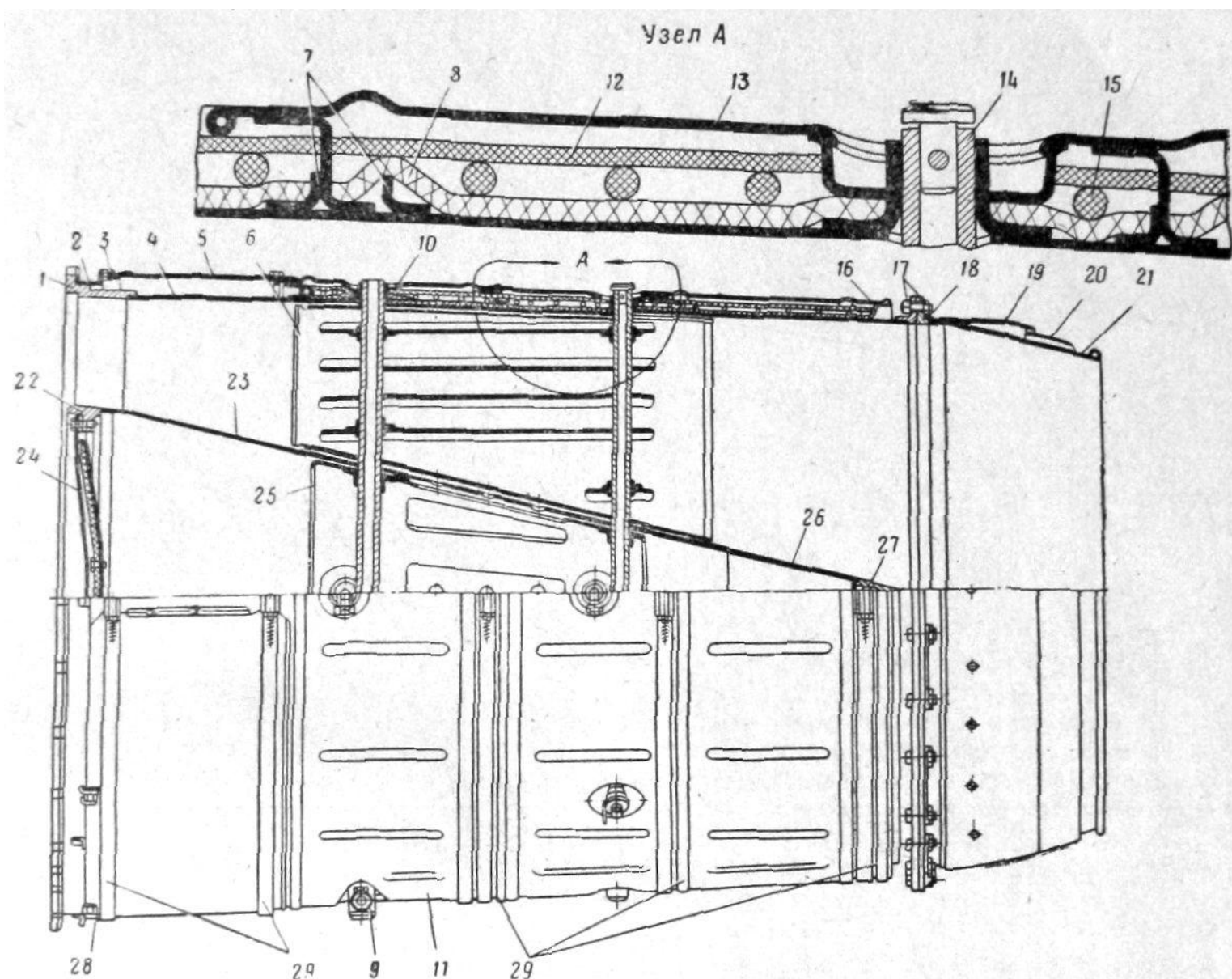


Рис. 74. Узел реактивной трубы с сопловым насадком:

1 — входной фланец; 2 — опорное кольцо кожуха воздухоподогревателя; 3 — ограничительная лапка; 4 — реактивная труба; 5 — кожух воздухоподогревателя; 6 — обтекатели; 7 — ограничительные планки; 8 — асбестовая ткань; 9 — стяжной болт передний; 10 — гнездо переднего болта; 11 — секция капота передняя верхняя; 12 — алюминиевая фольга; 13 — секция капота задняя верхняя; 14 — стяжной болт задний; 15 — асбестовый шнур; 16 — четвертый бандаж трубы; 17 — выходной фланец; 18 — фланец соплового насадка; 19 — дефлектор соплового насадка; 20 — наконечник дефлектора; 21 — конус насадка; 22 — фланец конуса; 23 — конус; 24 — днище конуса; 25 — втулка кодержатель конуса; 26 — вершина конуса; 27 — наконечник конуса; 28 — ограничительная лапка; 29 — хомуты

На опорное кольцо и на первый бандаж надевается кожух 5 воздухоподогревателя. Кожух воздухоподогревателя изготавливается из листовой стали IX18H9T, с левой стороны (по полету) на нем имеется прорезь шириной 26 ± 6 мм, а с правой стороны к нему приварена выходная горловина, направленная в сторону газосборника, к которой может крепиться воздухоотводящая труба. На боевых самолетах, во время полета подогретый воздух отсасывается через трубу, а поступающий через шель воздух из атмосферы подогревается, обтекая раскаленную поверхность реактивной трубы. Далее воздух поступает для обогрева вооружения и других механизмов самолета. На учебно-тренировочных са-

пары для замера температуры газа в реактивной трубе.

Теплоизоляция реактивной трубы состоит из асбестовой ткани 8 (см. рис. 74 и рис. 76), которой обшивается труба. Поверх асбестовой ткани укладывается по спирали с шагом 30 мм асбестовый шнур 15. Диаметр асбестового шнура 5—6 мм. Шнур пришивается асбестовой нитью в восьми местах по окружности. Поверх асбестового шнура укладываются три слоя алюминиевой фольги 12 (толщина 0,02 мм), обмятой Вручную или на специальном приспособлении.

Фольга сверху закрывается секциями 3 и 5 капотов (см. рис. 75), которые штампуются из листового

материала АМцАМ. Задний широкий капот и передний узкий состоят из двух частей — секций.

Секции капотов имеют для жесткости зиги по окружности и отверстия под стяжные болты и приемники термопар. Кран этих отверстий отбортованы и под них подложены гнезда 10 (см. рис. 74) из материала АМцАМ. Передние две секции лежат на первом и втором бандажах, а задние — на втором и четвертом.

вой сваркой, а вершина и наконечник к нему приварены газовой сваркой.

Конус и вершина изготовлены из стали 1Х18Н9Т.

Для увеличения жесткости внутри конуса вварен точечной сваркой втулкодержатель 25 конуса, несущий на внутренней поверхности втулки под стяжные болты.

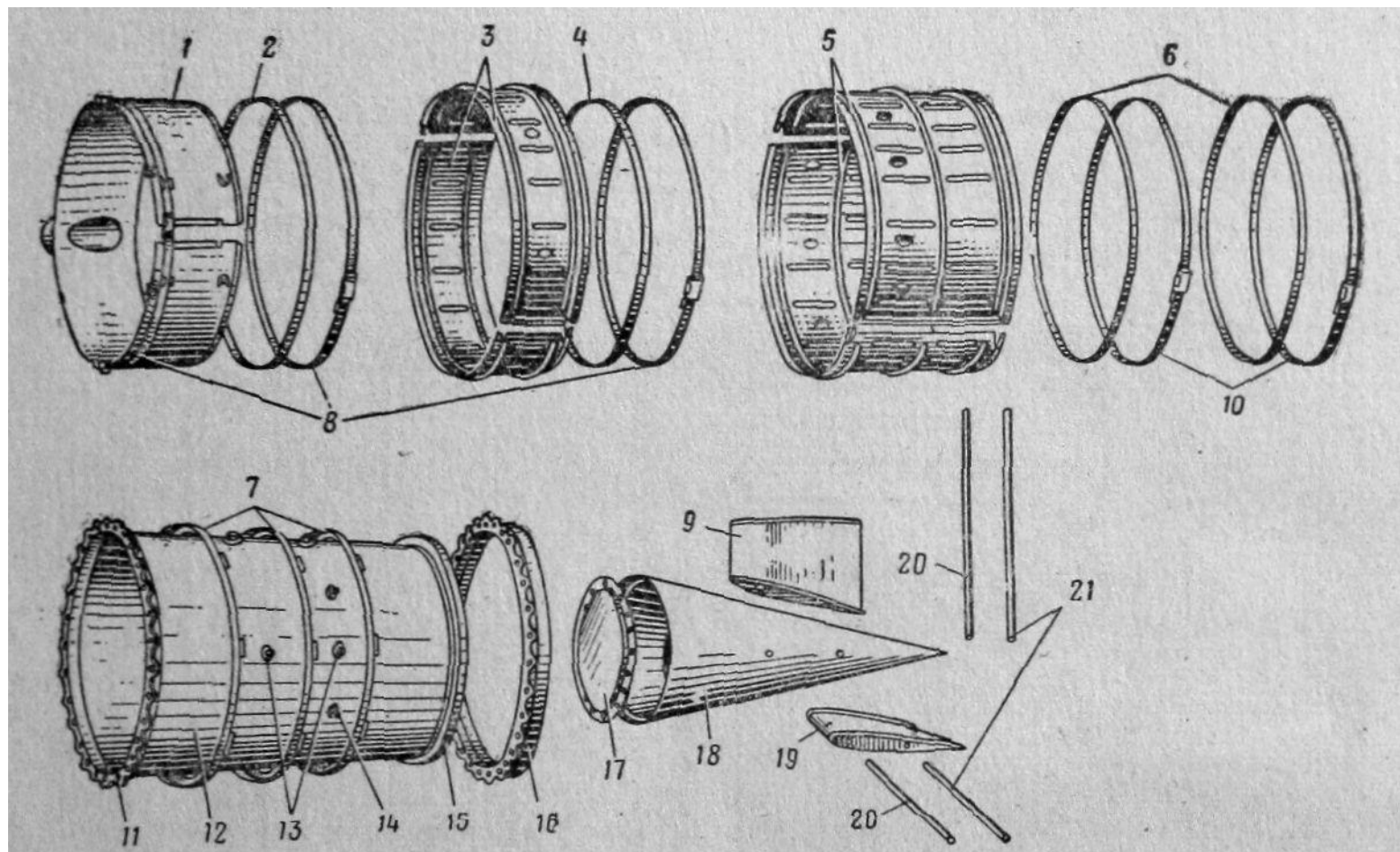


Рис. 75. Детали реактивной трубы;

1 — кожух воздухоподогревателя; 2 — прокладка под хомут; 3 — секции капотов передние; 4 — прокладка под хомут; 5 — секции капотов задние; 6 — прокладки под хомуты; 7 — плавающие бандажи; 8 — хомуты; 9 — обтекатель болтов вертикальный; 10 — хомуты; 11 — входной фланец реактивной трубы; 12 — реактивная труба; 13 — втулки под стяжные болты крепления конуса; 14 — втулка для крепления термопары (4 шт.); 15 — четвертый бандаж трубы; 16 — опорное кольцо кожуха воздухоподогревателя; 17 — днище конуса; 18 — конус; 19 — обтекатель болтов горизонтальный; 20 — стяжные болты передние; 21 — стяжные болты задние

Все секции капотов, а также кожух воздухоподогревателя затянуты ленточными хомутами 29, под ленты хомутов подкладываются паронитовые прокладки. Хомуты стягиваются при помощи винтов. Затяжку хомутов ведут следующим образом: сначала хомуты затягиваются туго, чтобы их нельзя было повернуть от усилия двух рук, а затем стягивающие винты отпускаются — у крайних хомутов на один оборот, а у остальных, средних, — на три оборота.

Внутри реактивной трубы расположен конус 18 (см. рис 75). Конус в реактивной трубе крепится двумя вертикальными и двумя горизонтальными стяжными болтами 20 и 21, проходящими сквозь втулки в конусе и в трубе. Стяжные болты изготовлены из стали 1Х18Н9Т. Для предотвращения выпадения каждый стяжной болт закреплен в одной из втулок реактивной трубы при помощи болта и гайки.

Конус реактивной трубы (см. рис. 74) состоит из фланца 22, собственно конуса 23, вершины 26 и наконечника 27. Фланец приварен к конусу ролико-

Пространство внутри конуса сообщается с наружным пространством через четыре ряда отверстий, просверленных в конусе.

Фланец конуса изготовлен из стали 21-11-2, 5 и имеет внутренний буртик с 12 резьбовыми отверстиями для крепления днища 24 конуса. Днище конуса предназначено для предохранения от перегрева диска турбины. Днище состоит из двух дисков, изготовленных из стали 1Х18Н9Т. К внутреннему диску приклепан диск из асбестовой ткани КВ-П; в наружном — имеются отверстия для выравнивания давления. Днище конуса при помощи накладки, приваренной к наружному диску, крепится винтами к фланцу конуса.

В кольцевом пространстве между трубой и конусом стяжные болты заключены в два вертикальных и два горизонтальных обтекателя 6. Обтекатели представляют собой детали, изготовленные из листовой жаростойкой стали 1Х18Н9Т. Для увеличения жесткости обтекателя внутри него вварены полки швеллерного сечения. Сверху и снизу к отбортовкам обтекателя приварены донышки.

В полках обтекателей имеются втулки, а в донышках — отверстия для прохода стяжных болтов. Доньшки обтекателей выполнены по конусу и с небольшим люфтом прилегают к внутренней поверхности реактивной трубы и наружной поверхности

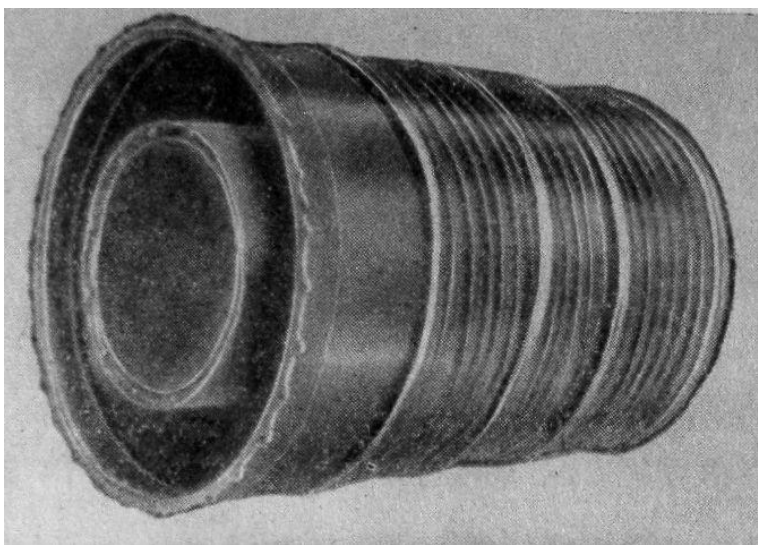


Рис. 76. Реактивная труба со снятыми капотами и фольгой

конуса. Все детали обтекателя скреплены между собой точечной электросваркой.

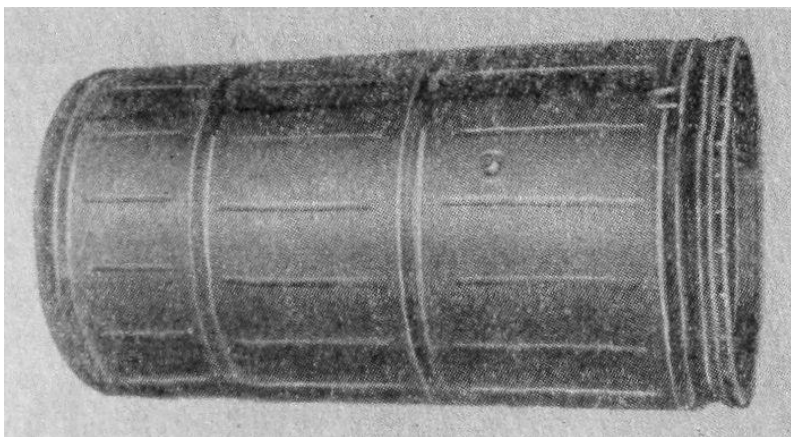


Рис. 77. Удлинительная труба

Удлинительная труба

Удлинительная труба ставится на самолетах для того, чтобы вывести сопловой насадок за пределы отсека двигателя или самолета. Длина ее и конструкция зависят от типа самолета и места установки двигателя на самолете.

Удлинительная труба (рис. 77, 78) состоит из цилиндрической трубы 4, к которой с обеих сторон приварены два фланца 2 и 14, изготовленные из стали 21-11-2, 5.

К наружной поверхности трубы приварены роликовой сваркой четыре бандаж 3, 8, 11 и 13. В бандажках выштампованы ушки для крепления проволоочного каркаса теплоизоляционного слоя.

В передней части к поверхности трубы приварены четыре втулки 19 с резьбой для крепления приемников термопар замера температуры газов в удлинительной трубе на самолете.

Теплоизоляция состоит из двух слоев алюминиевой фольги 6, специально обмятой вручную или на специальном приспособлении, которая укладывается между бандажками. После укладки двух слоев фольги ставятся обернутые фольгой спирали (длинные 9 — по окружности трубы посередине между бандажками, короткие 7 — вдоль трубы от бандажки к бандажке с закреплением их в проушинах бандажки). Поверх сетки спиралей укладывается еще два слоя теплоизоляционных листов фольги 5.

Теплоизоляционный слой сверху закрыт четырьмя секциями 10 и 12 капотов, которые изготавливаются из листового алюминия АМцАМ и укладываются на бандажки.

Секции капотов по конструкции аналогичны секциям капотов реактивной трубы. Так же как и у реактивной трубы, секции капотов стягиваются ленточными хомутами 17 и 18, под которые проложены паронитовые прокладки. Затягиваются хомуты винтами туго, но так, чтобы они могли проворачиваться от усилия двух рук.

При установке двигателя на самолет к заднему фланцу при помощи болтов крепится сопловой насадок. В переднем фланце имеется цилиндрическая выточка, в которую вставляется переходный фланец. Переходный фланец 1 одной стороной крепится к реактивной трубе, на второй стороне его имеется сфера, которая входит в цилиндрическую выточку фланца удлинительной трубы. Чтобы сфера не выходила из цилиндрической выточки, она закрывается двумя полукольцами 15, которые прикреплены 24 болтами 16 к фланцу удлинительной трубы. Сферическое соединение между удлинительной и реактивной трубами позволяет смещаться удлинительной трубе вокруг центра сферы.

Сопловой насадок

СОПЛОВОЙ насадок (рис. 79, 80) состоит из конуса 4, дефлектора 2, наконечника 3 дефлектора и фланца 1, скрепленных между собой роликовой сваркой.

Конус, дефлектор и наконечник дефлектора изготовлены из листовой стали 1Х18Н9Т.

В дефлекторе по окружности просверлено 20 отверстий 8, а между наконечником и конусом имеется кольцевой зазор. При работе двигателя благодаря инъекции воздух проходит в эти отверстия и выходит в зазор между дефлектором и конусом охлаждая конус соплового насадка.

Для увеличения жесткости в задний конец конуса закатана проволока. Фланец соплового насадка изготовлен из стали 21-11-2, 5 и служит для крепления насадка к удлинительной или реактивной трубе при помощи болтов 7 и гаек 6, контровка которых осуществляется пластинчатым замком 5 на две гайки.

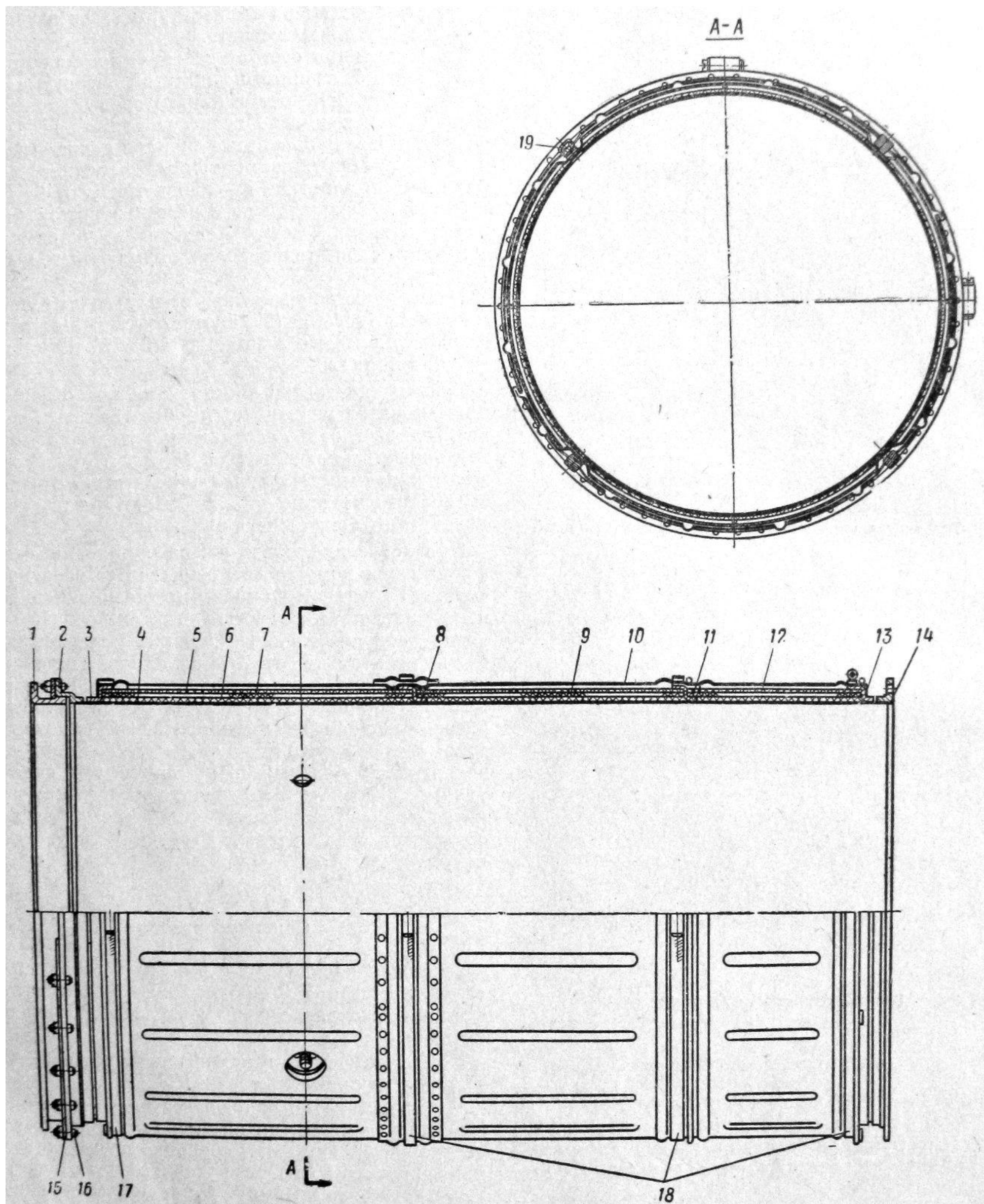


Рис. 78. Узел удлинительной трубы:
 1—переходный фланец; 2—входной фланец; 3—бандаж с планкой; 4—труба; 5 и 6—алюминиевая фольга; 7—спираль;
 8—бандаж; 9—спираль; 10—секция капота передняя; 11—средний бандаж; 12—секция капота задняя; 13—бандаж; 14—
 фланец трубы; 15—полукольцо; 16—болт; 17 и 18—хомуты; 19—втулка для крепления приемника термопары

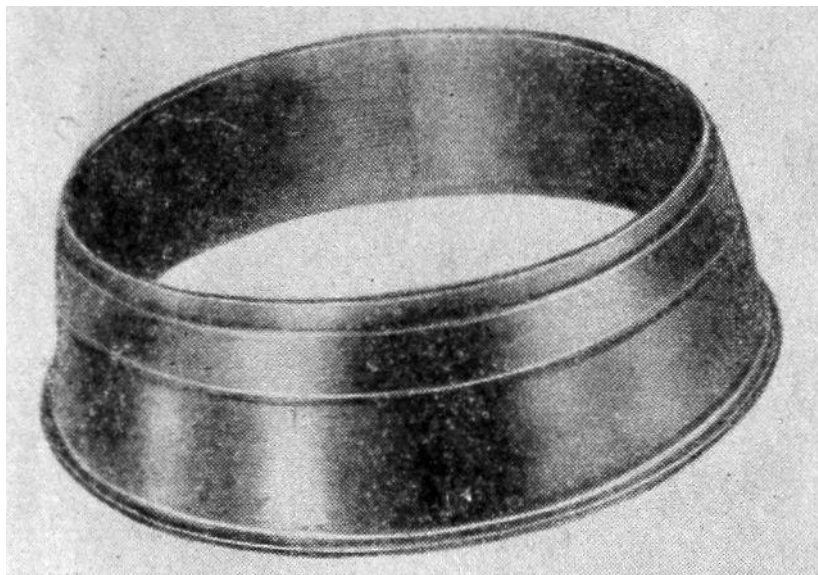


Рис. 79. Сопловой насадок

ностей двигателя. Изменение диаметра выходного сечения насадка меняет основные данные двигателя: тягу, удельный расход топлива и температуру газов в реактивной трубе.

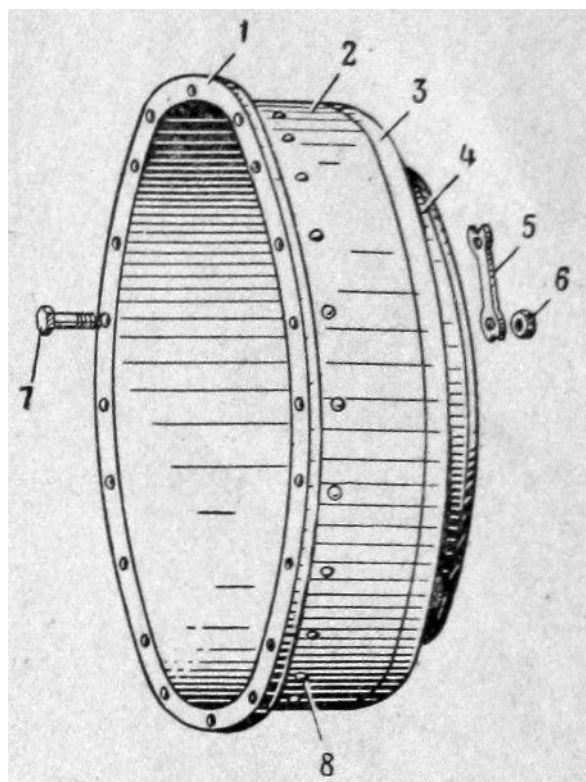


Рис. 80. Детали соплового насадка:
1 — фланец; 2 — дефлектор; 3 — наконечник де-
флектора; 4 — конус; 5 — замок; 6 — гайка; 7 —
болт; 8 — отверстие для прохода воздуха