

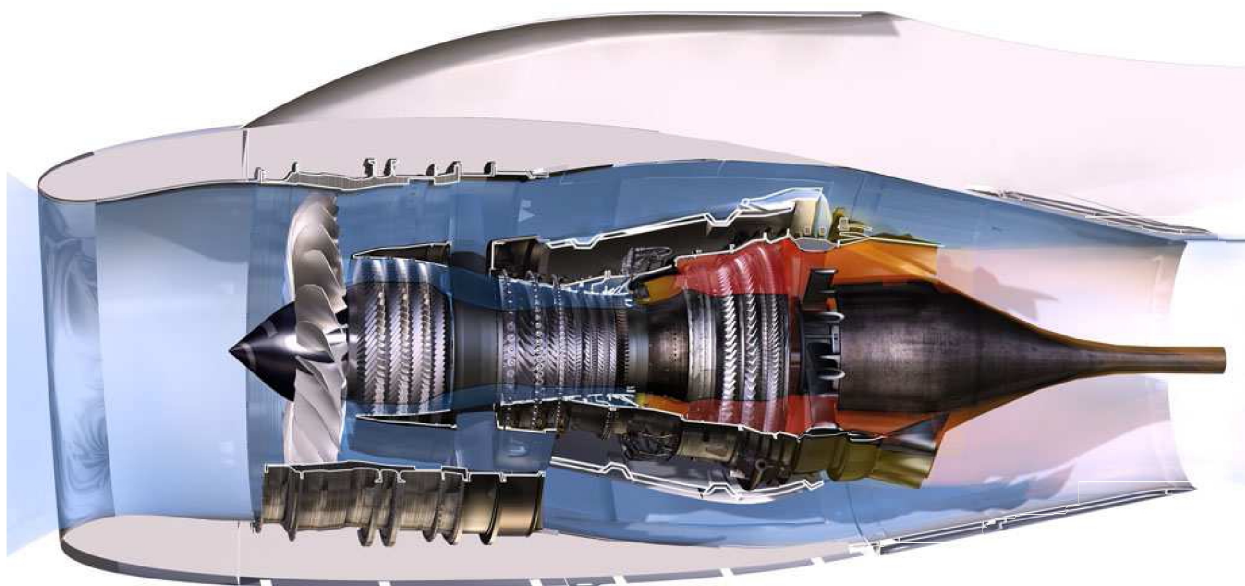
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Ю. В. КИСЕЛЕВ, Д. Ю. КИСЕЛЕВ

**Двигатель SaM 146.
Устройство основных узлов**

Электронное учебное пособие



САМАРА
2012

УДК 629.7.017.1

ББК 39.65

К 44

Авторы: **Киселев Юрий Витальевич,**

Киселев Денис Юрьевич

Рецензенты: д-р. техн. наук, проф. В.Н. Матвеев,

к-т. техн. наук, доц. А.В. Суслин

Киселев, Ю. В. Двигатель SaM 146. Устройство основных узлов [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Ю. В. Киселев, Д. Ю. Киселев; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (2,5 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебном пособии изложены общие сведения о двигателе, приведены его основные технические данные.

Приведено описание устройства основных узлов двигателя: вентилятора, компрессора высокого давления, камеры сгорания, турбины высокого и низкого давлений и привода агрегатов.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» при изучении дисциплины «Конструкция и техническое обслуживание самолетов с ГТД» в 5 и 6 семестрах. Пособие может быть полезна студентам других направлений и специальностей, изучающих конкретную авиационную технику.

Подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

Содержание	Стр.
1. Краткие сведения о двигателе.....	3
2. Описание работы двигателя.....	7
3. Входное устройство.....	9
4. Компрессор двигателя.....	17
4.1. Общие сведения.....	17
4.2. Вентилятор и бустер.....	17
4.3. Компрессор высокого давления.....	20
5. Камера сгорания.....	25
6. Турбина двигателя.....	27
6.1. Турбина высокого давления.....	27
6.2. Турбина низкого давления.....	30
7. Привод агрегатов.....	36
Список использованных источников.....	39

1. Краткие сведения о двигателе.

Авиационный двигатель SaM146 предназначен для установки на пассажирские региональные самолеты и в настоящее время устанавливается на самолеты семейства Sukhoi Superjet 100.

Существуют следующие модификации семейства силовых установок SaM146:

Силовая установка SaM146 (С тягой = 6114 кгс = 13480 фунтов)

Силовая установка SaM146 (С тягой = 6963 кгс = 15350 фунтов)

Двигатель SaM146 представляет собой двухвальный турбовентиляторный двигатель с высокой степенью двухконтурности, изменяемой геометрией статора компрессора, охлаждаемой турбиной и устройством для реверсирования тяги (рис.1).



Рисунок 1. Общий вид двигателя

Силовая установка SaM146 выполнена со смешением потоков и оптимизирована для установки под крылом самолета, и с применением реверсивного устройства с поворотными створками с высокой обратной тягой.

Двигатель оснащен электронной системой управления с полной ответственностью, выполняющей следующие функции: управление газогенератором, контроль работы двигателя, управление питанием, запуск двигателя в ручном и автоматическом режимах, управление реверсированием тяги, управление системой топливомасляных теплообменников,

обнаружение, локализация и хранение в памяти отказов систем двигателя и передача параметров, необходимых для индикации в кабину пилота самолета.

Чтобы свести к минимуму технический риск, конструкция SaM146 основана на хорошо проверенных компоновке и технологиях механики, примененных на других изделиях, находящихся в эксплуатации:

- Основная компоновка двигателя подобна двигателю CFM56, накопившему более 120 млн. часов наработки, предусматривает межвальный подшипник №4, это обеспечивает легкую простую конструкцию с всего лишь двумя конструкционными опорами.

- Хорошо проверенные материалы, работающие в стандартном диапазоне температур, применяются для дисков, лопаток ротора и статора, корпусов.

Двигатель SaM146 может работать удовлетворительно при использовании следующих видов топлива и масла:

Топливо:

Российское топливо:

TS-1 ГОСТ 10227-86, RT ГОСТ 10227-86.

Иностранное топливо:

JET A-1 (ASTM D1655), JET A (ASTM D1655), JP-5 - (TBC).

Масло:

MIL-PRF-23699 (5 сантистокс)

MIL-PRF-7808 (3 сантистокс, для запуска в холодных условиях)

Система смазки двигателя циркуляционная, замкнутая, под давлением, открытого типа.

Минимальная температура масла двигателя

Тип 2 : - 40 °C

Тип 1 : - 55 °C

Максимальная температура масла двигателя

Установившийся режим: 140°C

Переходный режим: 155°C (менее 15 минут)

Предельная температура газов за турбиной 970°C.

Двигатель состоит из двух независимых вращающихся каскадов:

- ротор низкого давления (вентилятор, бустер, турбина низкого давления (ТНД);

- ротор высокого давления (компрессор высокого давления (КВД), турбина высокого давления (ТВД).

Направление вращения обоих каскадов - по часовой стрелке (если смотреть по направлению полета).

Каскады вращаются в пяти подшипниковых узлах. Подшипниковые узлы расположены в двух масляных полостях двигателя (передней и задней). Масляные полости расположены внутри опорных узлов двигателя. Передним

опорным узлом является рама вентилятора. Задним опорным узлом является задняя опора турбины. Энергия для привода агрегатов отбирается от вала ротора высокого давления.

Двигатель выполнен по модульной схеме. Принцип модульной компоновки двигателя позволяет заменять основные узлы и агрегаты двигателя без съема двигателя с самолета.

Модульная разбивка двигателя представлена на рисунке 2.

Двигатель состоит из 4 основных модулей (Major Module - ММ):

- вентилятор и бустер (модуль ММ1);
- газогенератор (модуль ММ2);
- турбина низкого давления (модуль ММ3);
- привод агрегатов (модуль ММ4).

Четыре основных модуля состоят из 17 вторичных модулей (Minor Module - Мм).

В основной модуль ММ1 входят (рис.2): вентилятор и бустер (1), опора подшипников валов высокого и низкого давлений (2), входная коробка приводов и подшипник радиального вала (3), рама и корпус вентилятора (4).

В основной модуль ММ2 входят: ротор компрессора высокого давления (5), передний статор компрессора высокого давления (6), задний статор компрессора высокого давления (7), корпус камеры сгорания (8), сама камера сгорания (9), направляющий аппарат турбины высокого давления (10), ротор турбины высокого давления (11), направляющий аппарат первой ступени турбины низкого давления (12).

В модуль ММ3 входят: ротор турбины низкого давления (13), статор турбины низкого давления (14), корпус турбины низкого давления (15).

В модуль ММ4 входят: раздаточная коробка (16), коробка привода агрегатов (17).

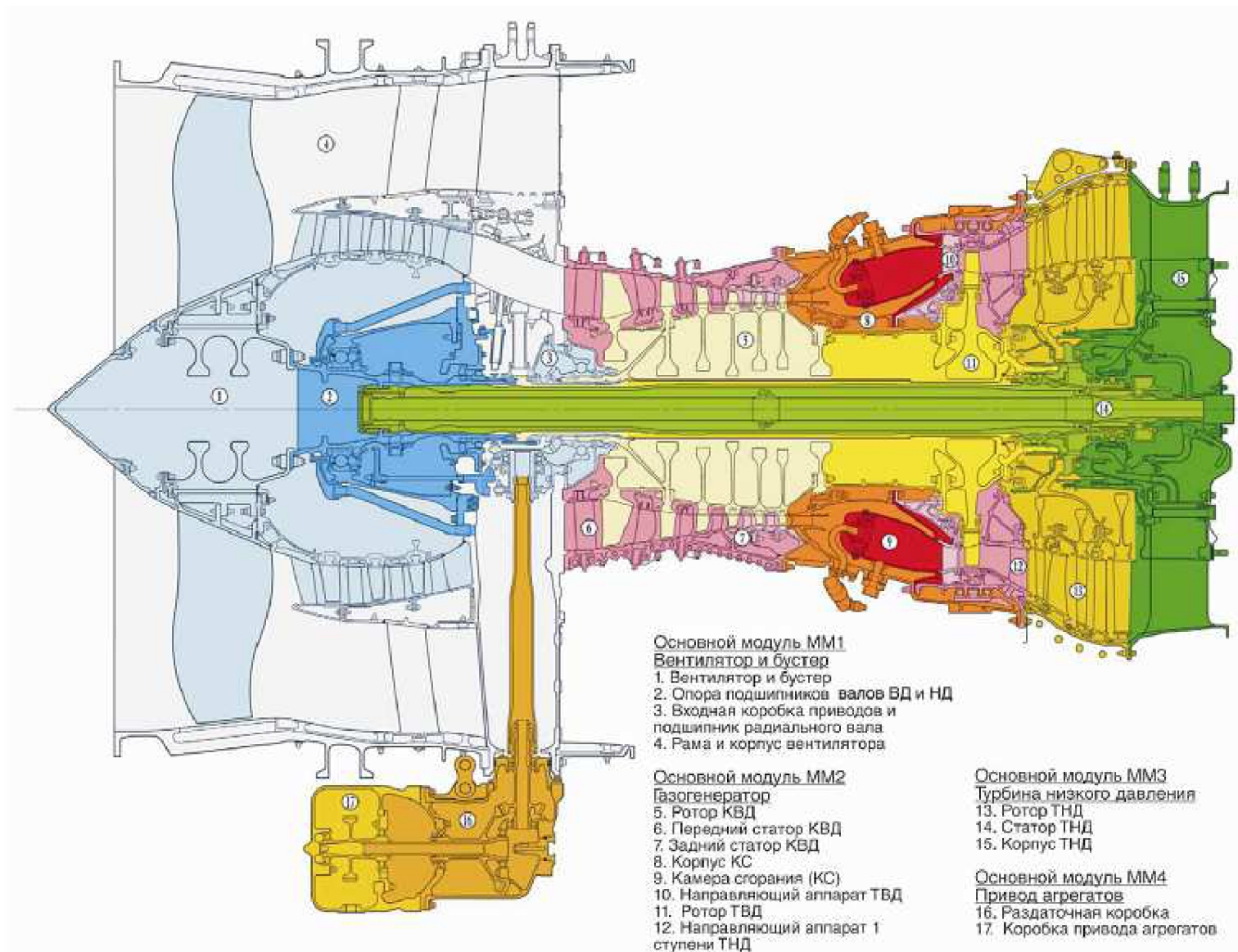


Рисунок 2. Модульная разбивка двигателя SaM146

2. Описание работы двигателя.

При вращении вентилятора, в канале воздухозаборника двигателя создается разрежение, благодаря которому в него засасывается атмосферный воздух. За вентилятором, проходя через разделитель потоков, воздушный поток разделяется на две части (рис. 3), одна часть воздушного потока (первичный поток) направляется во внутренний контур двигателя, другая часть (вторичный поток) непосредственно в сопло смешения.

Степень двухконтурности двигателя изменяется от 4,14 до 5,34 в зависимости от режима работы двигателя.

Внешний контур (вторичный поток). Проходя через периферию лопаток вентилятора, воздух проходит через направляющие лопатки вентилятора, в которых поток спрямляется. Затем, проходя по внешнему контуру, воздух попадает в смеситель, где он смешивается с горячими выхлопными газами первичного потока. Благодаря вторичному потоку создается до 80% тяги двигателя.

Так же при помощи реверсивного устройства, вторичный поток участвует в торможении самолета во время его пробега после посадки.

Внутренний контур (основной поток). Проходя через корневую область лопаток вентилятора, воздух попадает в бустер.

Конструкция бустера и компрессора высокого давления (КВД) обеспечивает ступенчатое увеличение давления воздушного потока. Благодаря специальному профилю лопаток, механическая энергия вращения компрессора сообщается воздуху, разгоняя поток и понижая давление в ступени, благодаря чему обеспечивается подсосывание воздуха из предыдущей ступени. После этого воздушный поток попадает в неподвижный направляющий аппарат, где воздушный поток затормаживается. При этом повышается давление и температура воздуха.

После бустера воздух первичного потока попадает в КВД. Благодаря поворотным лопаткам входного аппарата КВД и 1 и 2 ступеней направляющего аппарата КВД обеспечивается оптимальное обтекание воздухом рабочих лопаток компрессора на всех режимах работы двигателя. Суммарная степень повышения давления воздуха в бустере и КВД на взлетном режиме составляет $\pi_K = 21,7$.

После КВД, сжатый воздух поступает в камеру сгорания, где смешивается с топливом, распыленным форсунками. Топливоздушная смесь воспламеняется от фронта пламени на установившемся режиме работы двигателя. В процессе запуска двигателя топливоздушная смесь воспламеняется от свечи зажигания.

Сгорая, энергия химических связей топливоздушной смеси высвобождается, повышая температуру и давление выходных газов. Выходные газы под действием собственного высокого давления выбрасываются из камеры сгорания в модуль ТВД, где часть внутренней

энергии газов преобразуется в механическую энергию вращения рабочего колеса ТВД. Рабочее колесо ТВД с помощью вала ротора высокого давления передает вращение на ротор КВД, работа которого, была описана выше, и на входную коробку приводов.

После ТВД, выходные газы попадают в ТНД, где их энергия так же преобразуется в механическую энергию вращения рабочих колес ТНД. Рабочие колеса ТНД с помощью вала ротора низкого давления передают вращение на бустер и вентилятор, работа которых описывалась выше. После ТНД газы, все еще обладающие высокой энергией, попадают в смеситель, где они смешиваются с воздухом вторичного потока из внешнего контура.

Получившаяся смесь, проходя через конфузор сопла смешение потоков, и, огибая профилированный конус центрального тела, разгоняется до сверхзвуковой скорости (350 м/с). Вытекая через сопло смешения потоков в атмосферу, смешанный поток создает тягу.

Вращение с вала ротора высокого давления передается через входную коробку приводов на радиальный вал, закрепленный в стойке опорного узла вентилятора. С радиального вала вращение передается на раздаточную коробку, установленную на коробке привода агрегатов. На коробке привода агрегатов устанавливаются агрегаты силовой установки и систем самолета.

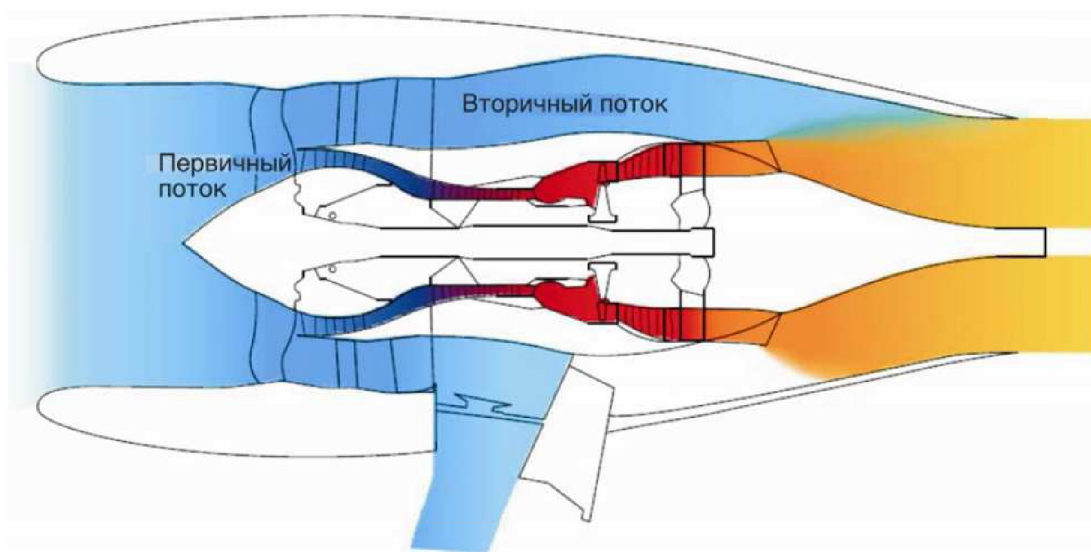


Рис. 3 Внутренний контур (основной поток) и внешний контур (вторичный поток).

3. Входное устройство

Входное устройство двигателя предназначено для размещения вентилятора, опорных ступеней бустера, оборудования, размещенного на корпусе вентилятора, и коробки привода агрегатов. Во входном устройстве находится передняя опора (рис.4) с подшипниковыми узлами №1 и №2.

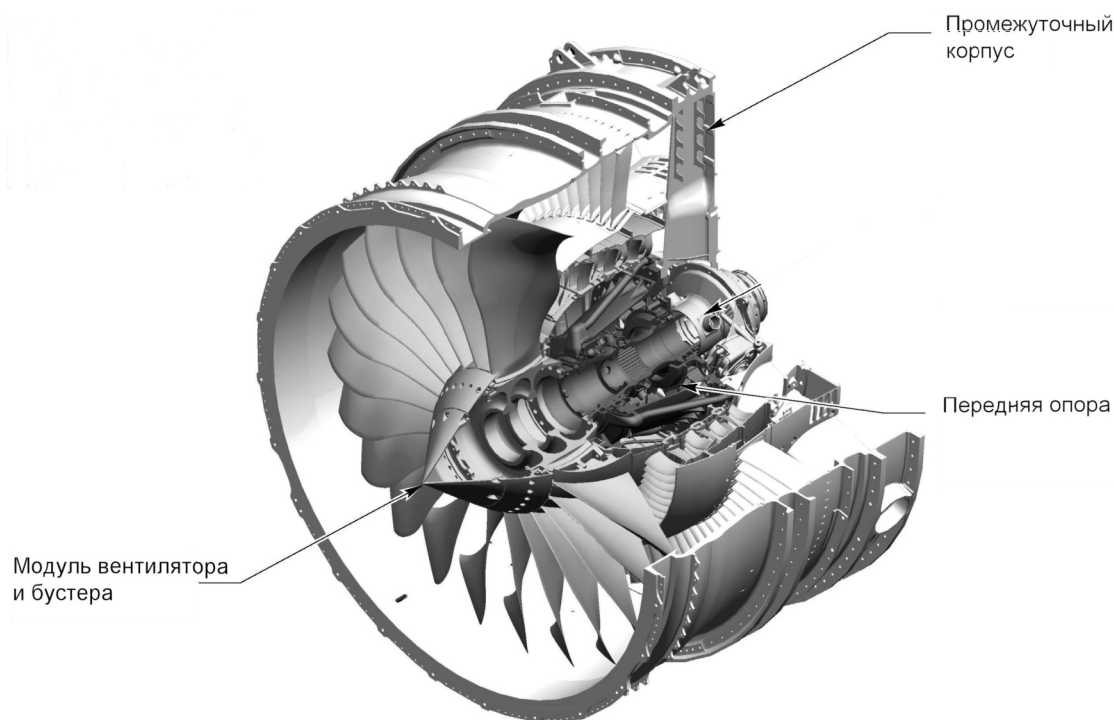


Рисунок 4. Входное устройство с модулем вентилятора и бустера

Подшипниковые узлы №1 и №2 предназначены для восприятия осевых и радиальных нагрузок, действующих на передние части валов двигателя.

Для удобства технического обслуживания подшипниковые узлы №1 и №2 заключены в корпус, снабженный средствами подачи, сбора и отвода смазки к разнесенным опорам подшипниковых узлов №1 и №2. Конструкция в сборе представляет из себя единый модуль (рис. 5).

Модуль подшипниковых узлов №1 и №2 (Мм2) конструктивно состоит из следующих основных элементов:

- Опора подшипника №1 с неподвижным передним воздушно-масляным уплотнением;
- Шариковый подшипник №1;
- Опора подшипника №2;
- Роликовый подшипник №2;
- Вал вентилятора;
- Масляные трубопроводы;
- Внешние трубопроводы.

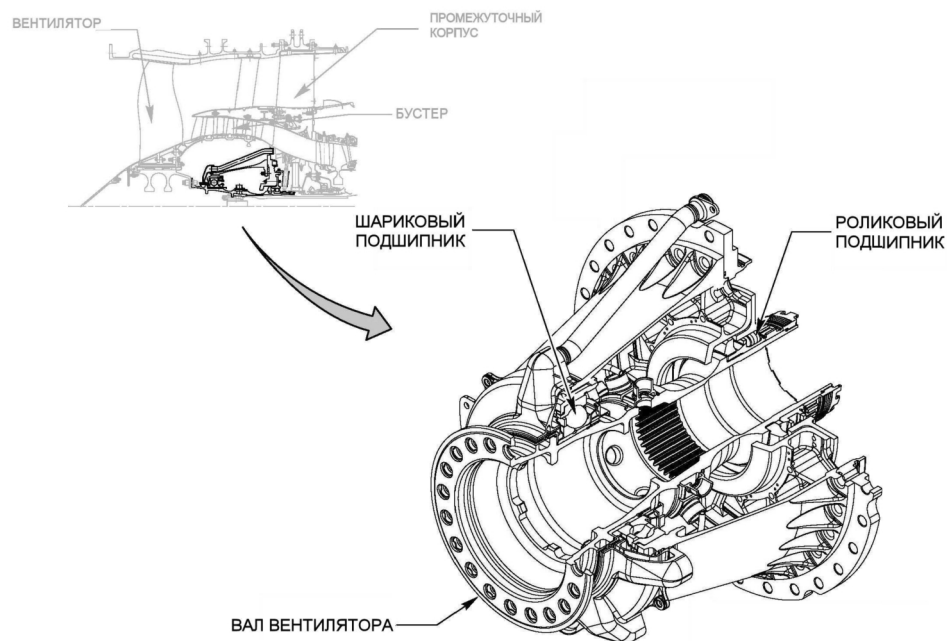


Рисунок 5. Модуль подшипниковых узлов №1 и №2.

Опора подшипника №1 представляет из себя сварную титановую деталь, внешний задний фланец, которой крепится к раме вентилятора при помощи болтов (рис.6). Передний фланец опоры выполнен в виде ниши для установки подшипника №1. Внутренний задний фланец опоры поддерживает опору подшипника №2. На передней стороне корпуса выполнен фланец, к которому крепится неподвижное переднее воздушно-масляное уплотнение.

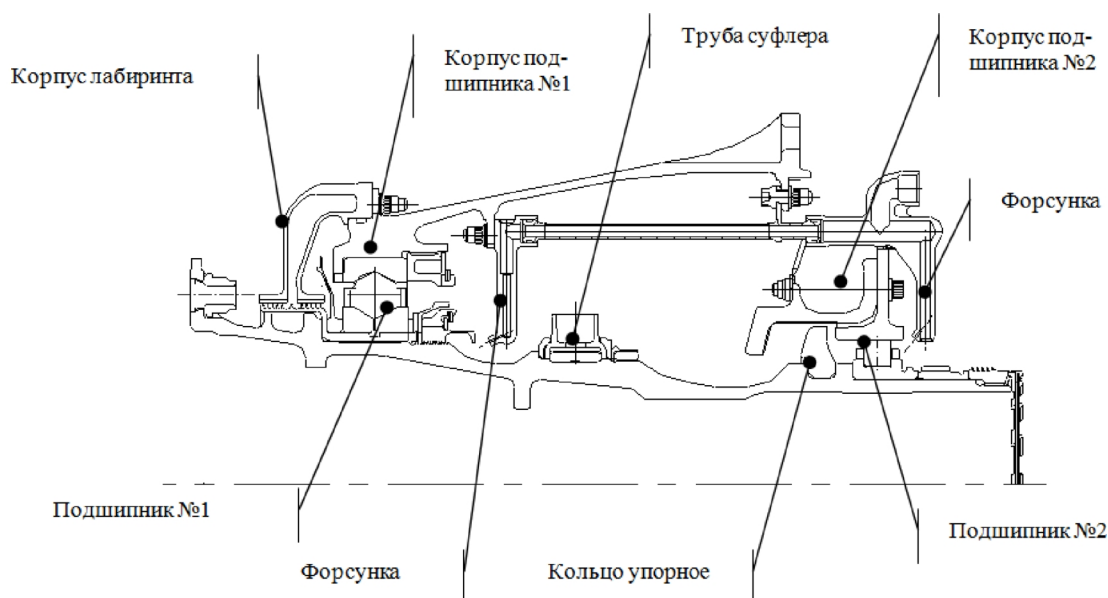


Рисунок 6. Элементы передней опоры

Неподвижное воздушно-масляное уплотнение замыкает переднюю масляную полость спереди и предназначено для предотвращения просачивания масла через кольцевой зазор масляной полости. Неподвижное

воздушно-масляное уплотнение представляет из себя лабиринтное уплотнение, образованное кольцевой проставкой, к которому через воздухопроводы подается воздух, отбираемый от первичного потока после бустера.

Пространство, заключенное между внешним и внутренним корпусами разделено на независимые отсеки, используемые для нагнетания, сбора и откачки масла. В нижней части заднего фланца имеется отверстие, через которое осуществляется откачка масла из передней масляной полости через стойку рамы вентилятора в масляный бак двигателя.

Подшипник №1 является радиально-упорным подшипником и воспринимает как радиальные так осевые нагрузки, действующие на ротор низкого давления. Неразъемное внешнее кольцо подшипника №1 установлено в нишу опоры подшипника №1. Внутреннее кольцо подшипника №1 – составное, состоит из двух частей, установленных на валу вентилятора и стянутых гайкой. К внутреннему кольцу подшипника №1 прижимается кольцевая проставка с лабиринтным уплотнением, а так же маслоотражатель.

Опора подшипника №2 представляет из себя титановую сварную деталь, передний фланец которой крепится к опоре подшипника №1 при помощи болтов (рис.6). К заднему фланцу опоры подшипника № 2 крепится внешнее кольцо роликового подшипника №2. В заднем фланце опоры подшипника №2 выполнены отверстия для обеспечения смазывания подшипника №2 масляным туманом из масляной полости по масло - подводящей трубке.

Роликовый подшипник №2 предназначен для восприятия только радиальных нагрузок, действующих на вентилятор и бустер. Внутреннее кольцо подшипника №2 установлено на валу вентилятора. Внешнее кольцо подшипника №2 крепится к опоре подшипника №2 при помощи болтов. С задней стороны внутреннее кольцо подшипника №2 подпирает зубчатое кольцо индуктора датчика частоты вращения.

Вал вентилятора представляет из себя стальную кованную деталь, установленную в подшипниках №1 и №2. К переднему фланцу вала вентилятора крепится ступица вентилятора. Соединение с валом ротора низкого давления осуществляется благодаря внутреннему шлицевому соединению. Для осуществления суфлирования передней масляной полости на валу вентилятора установлены воздушно-масляные сепараторы. Воздушно-масляные сепараторы расположены между подшипниками №1 и №2 и предназначены для удаления частиц масла из воздуха перед стравливанием его в вентиляционную трубу.

Масляная магистраль, проходящая через стойку рамы вентилятора, подводит масло к масляным трубкам. Масляные трубопроводы обеспечивают подачу масла к двум масляным форсункам, которые обеспечивают подачу масла к подшипникам №1 и №2. Для подкладки масляной трубки к подшипнику №1 используется отверстие в корпусе опоры подшипника №2.

Пять внешних трубопроводов расположенных снаружи корпуса опоры

подшипника №1. Три из них используются для подвода воздуха, отбираемого после бустера, одна для откачки масла из передней масляной полости и одна для дренажа масла из лабиринтного уплотнения, в случае его отказа.

Корпус входного устройства (Мм4) предназначен для установки вентилятора, ступеней бустера и ротора КВД, а так же для формирования проточной части первичного и вторичного потоков двигателя.

Модуль рама и корпус вентилятора передает нагрузку от веса двигателя и его тяги на пилон, а так же служит для размещения оборудования отсека вентилятора.

Корпус входного устройства конструктивно состоит из следующих основных компонентов (рис. 7):

- корпус вентилятора; - спрямляющий аппарат вентилятора; - акустические панели (передние и задние); - рама вентилятора; - передний стоечный узел;
- силовые кронштейны; - внутренние панели; - радиальный вал; - разделитель потоков.

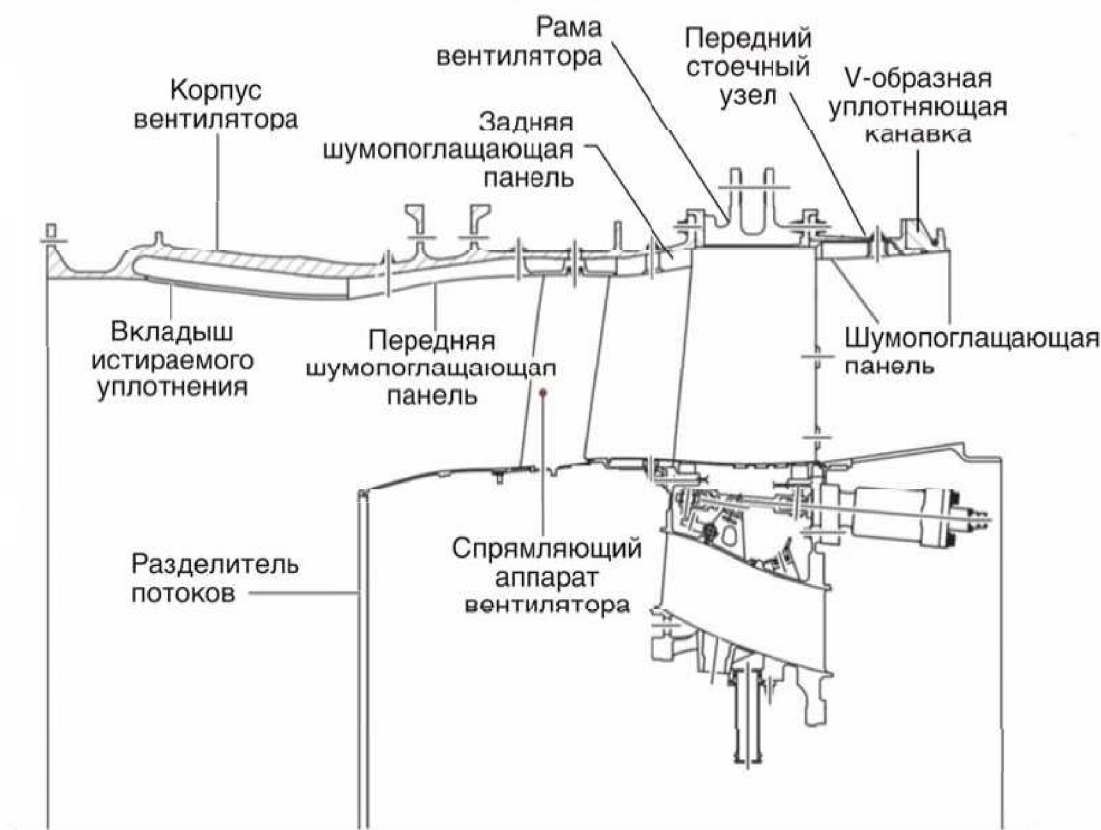


Рисунок 7. Модуль корпуса входного устройства и рама вентилятора

Корпус вентилятора представляет из себя профилированный цилиндр. Задний фланец корпуса вентилятора крепится к переднему внешнему фланцу рамы вентилятора при помощи болтов. К переднему фланцу корпуса вентилятора крепится воздухозаборник при помощи болтов. Наружная поверхность корпуса вентилятора снабжена ребрами жесткости и монтажными фланцами. Монтажные фланцы и ребра жесткости обеспечивают дополнительную жесткость конструкции корпуса вентилятора.

Корпус вентилятора снабжен следующими конструктивными элементами:

- два такелажных узла, предназначенные для технического обслуживания двигателя в цеху;
- четыре (два верхних и два нижних) монтажных узла для навески коробки привода агрегатов;
- на внутренней поверхности корпуса вентилятора под лопатками вентилятора расположены вкладыши истираемого уплотнения;
- 76 пазов для крепления лопаток спрямляющего аппарата вентилятора;
- шесть передних шумопоглощающих панелей и 20 задних шумопоглощающих панелей, прикрепленных к внутренней поверхности корпуса вентилятора;
- к переднему фланцу внутреннего корпуса спрямляющего аппарата крепится разделитель потоков при помощи винтов;
- задний фланец направляющего аппарата вентилятора крепится к переднему внутреннему фланцу рамы вентилятора.

Рама вентилятора представляет из себя титановую отливку. Конструктивно рама вентилятора состоит из ступицы со средним корпусом и внешнего корпуса, соединенных шестью толстыми и четырьмя тонкими стойками, обеспечивающими жесткость всей конструкции (рис.8).

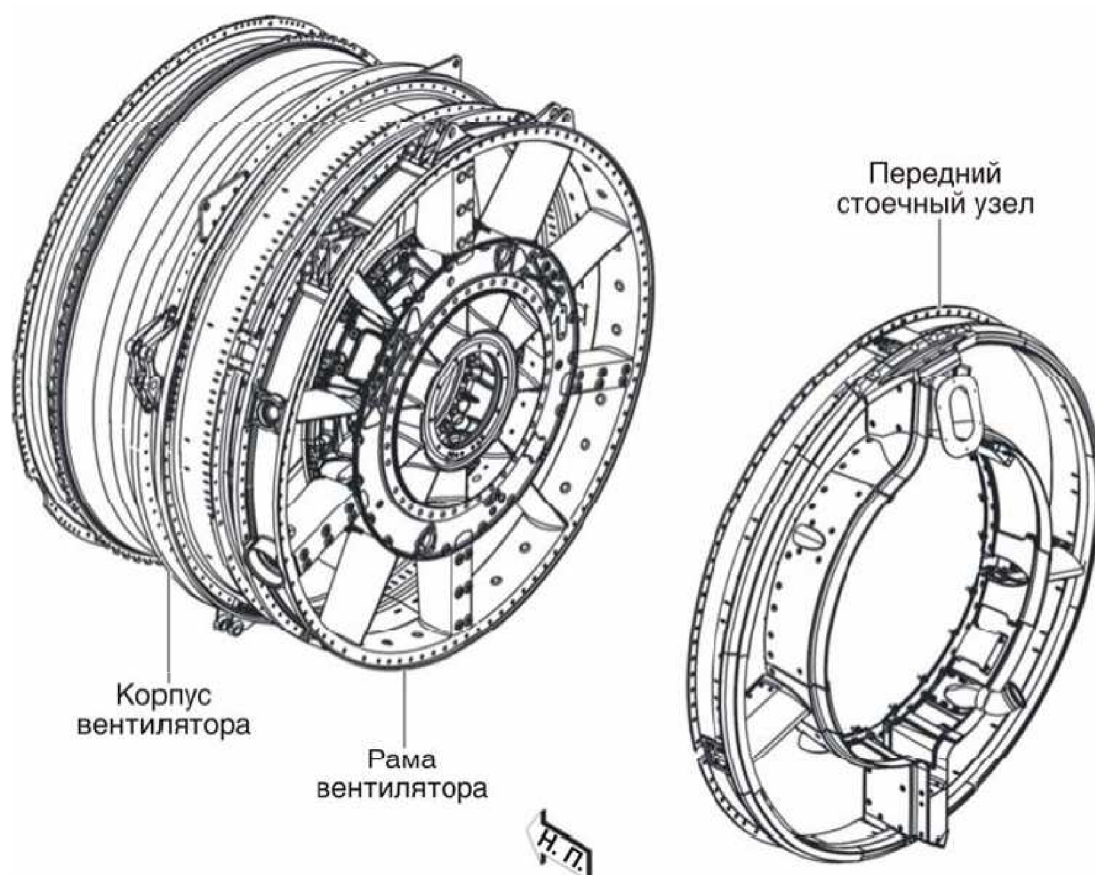


Рисунок 8. Корпус, рама вентилятора и передний стоечный узел
Стойки имеют полую конструкцию, для поведения через них следующих

коммуникаций (рис. 9):

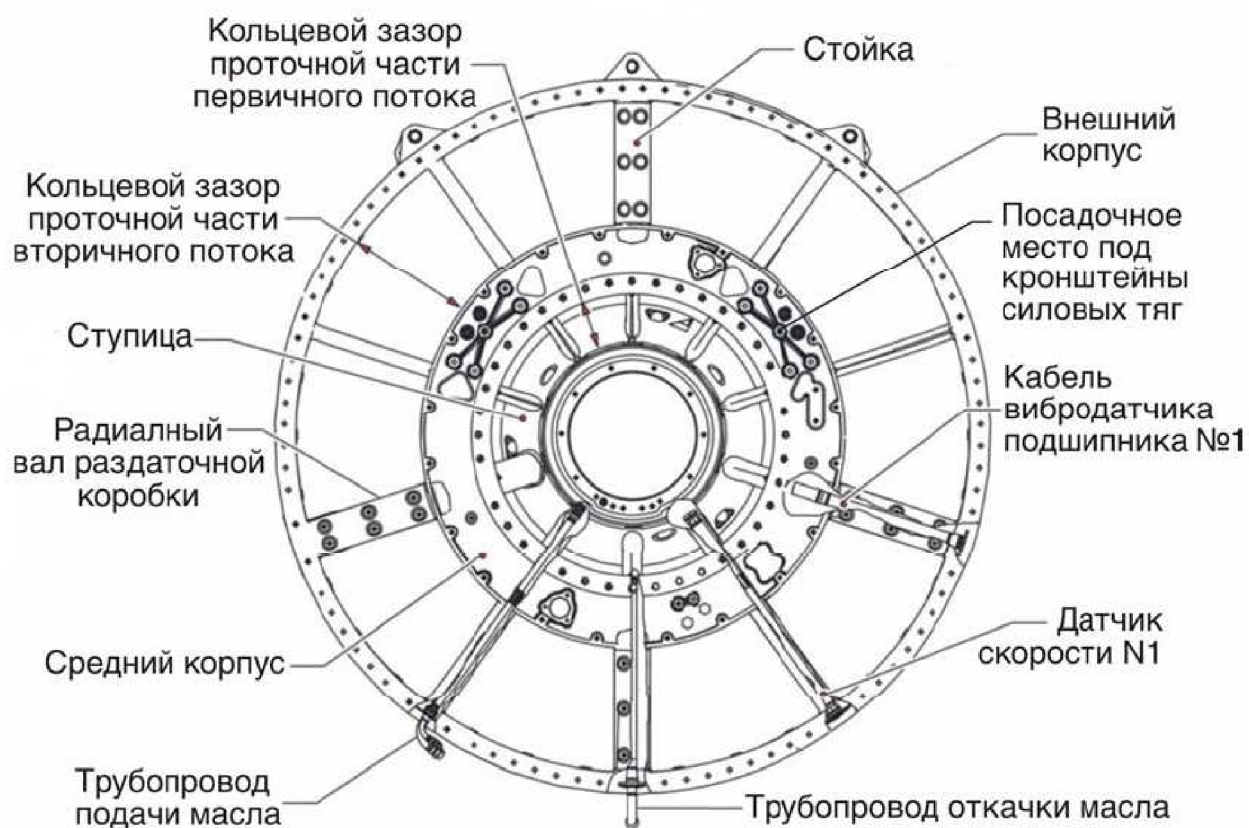


Рисунок 9. Рама вентилятора

- датчик скорости N1 (Стойка №5);
- масляный трубопровод для откачки масла из передней масляной полости (Стойка №6);
- масляный трубопровод для подачи масла в переднюю масляную полость (Стойка №7);
- радиальный вал раздаточной коробки (Стойка №8).

Опоры подшипников №1 и №2 крепятся к переднему фланцу ступицы рамы вентилятора. Входная коробка приводов (IGB), опора подшипника №3 и заднее неподвижное воздушно-масляное уплотнение вместе с воздуховодами крепится к заднему фланцу рамы вентилятора.

Средний корпус рамы вентилятора расположен между ступицей и внешним корпусом рамы вентилятора. В среднем корпусе рамы вентилятора расположены 10 клапанов системы отборы воздуха. Передний фланец среднего корпуса поддерживает задний фланец внутреннего корпуса спрямляющего аппарата вентилятора (OGV) и задний фланец 4 ступени направляющего аппарата бустера. Задний фланец среднего корпуса обеспечивает крепление рамы вентилятора к корпусу КВД, а так же имеет два посадочных места под кронштейны крепления силовых тяг заднего узла навески. На среднем корпусе рамы вентилятора установлены два привода

клапанов перепуска воздуха.

Внутренняя поверхность внешнего корпуса рамы вентилятора формирует проточную часть вторичного потока двигателя. На внешней поверхности внешнего корпуса выполнены три монтажных уха, обеспечивающих подвеску двигателя к переднему узлу навески, а также монтажное ухо крепления раздаточной коробки. К заднему фланцу внешнего корпуса рамы вентилятора крепится передний стоечный узел.

Передний стоечный узел состоит из внешнего кольца с прикрепленными к нему секторами с V-образной уплотняющей канавкой, внутреннего кольца и соединяющих их четырех стоек (рис.10).

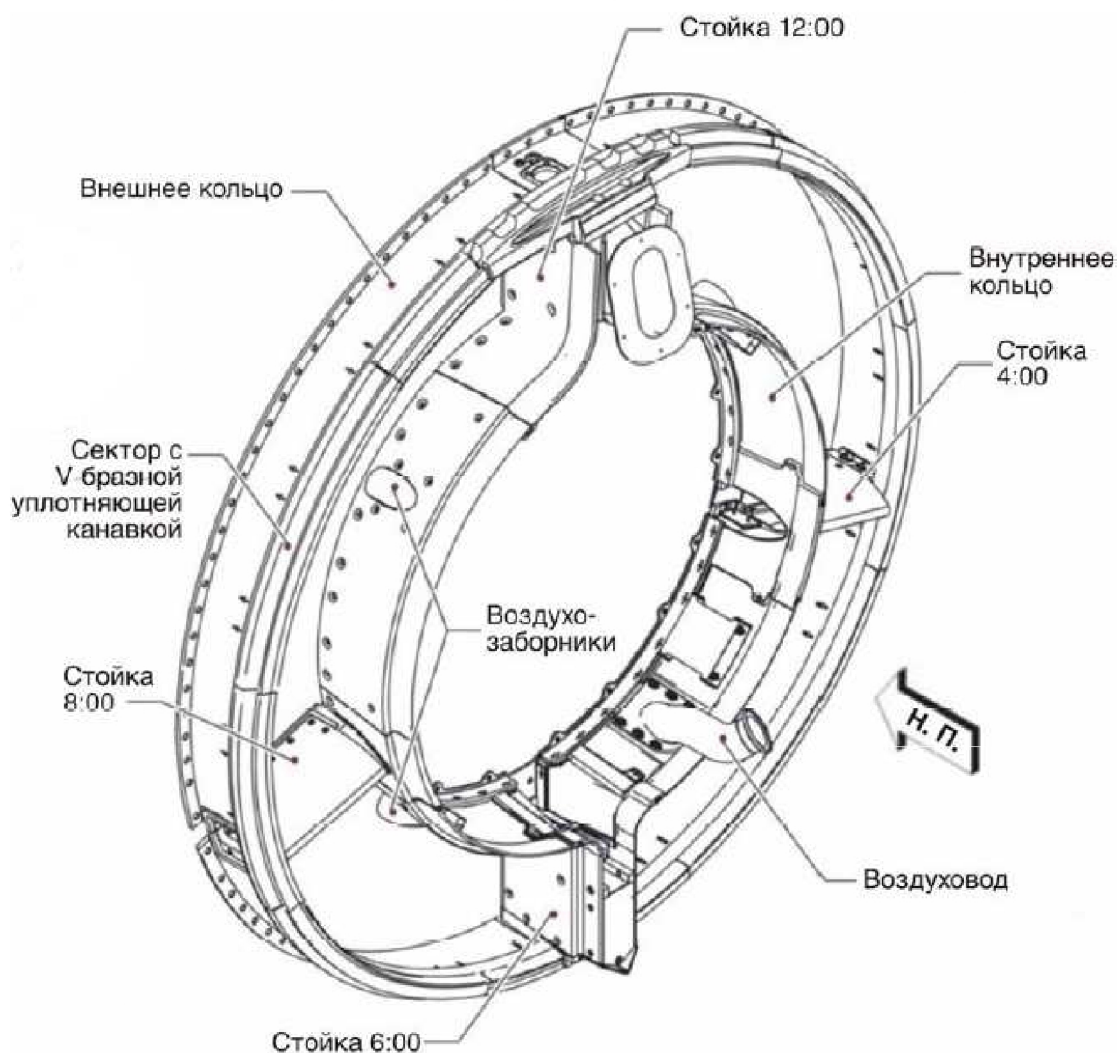


Рисунок 10. Передний стоечный узел

Передний стоечный узел крепится к заднему фланцу внешнего корпуса рамы вентилятора при помощи болтов. Такая конструкция обеспечивает наиболее герметичное соединение с капотами реверсивного устройства на режиме прямой тяги.

Конструктивно передний стоечный узел состоит из следующих элементов:

- внешнее кольцо с секторами с V-образной уплотняющей канавкой и шумопоглощающими панелями;
- полые стойки в положении 4:00, 6:00, 8:00 и 12:00 часов.

Стойки позволяют прокладывать следующие коммуникации:

- электрические кабели (Стойка 4:00 часа);
- пять трубопроводов (Стойка 6:00 часов);
- трубопровод подачи масла в переднюю масляную полость;
- трубопровод откачки масла из передней масляной полости;
- два дренажных трубопровода;
- воздухопровод;
- топливный трубопровод (Стойка 8:00 часов);
- внутреннее кольцо с четырьмя воздухозаборниками системы охлаждения корпуса турбины низкого давления.

4. Компрессор двигателя

4.1. Общие сведения

Компрессор двигателя предназначен для сжатия воздуха и подачи его в наружный контур и камеру сгорания двигателя. Кроме того, сжатый в компрессоре воздух используется для нужд противообледенительной системы самолета, для охлаждения узлов и деталей горячей части двигателя, для наддува полостей уплотнения подшипниковых узлов, для регулирования радиальных зазоров в ТВД и для нужд систем самолета.

Компрессор двигателя осевой, двухвальный, левого вращения (по часовой стрелке, если смотреть в направлении полета). Компрессор состоит из вентилятора, трехступенчатого бустера и шестиступенчатого компрессора высокого давления (КВД).

Ротор вентилятора и ротор КВД выполнены двухопорными. В роторе вентилятора шариковый подшипник (подшипниковый узел №1) расположен в передней масляной полости, роликовый (подшипниковый узел №5) – в задней масляной полости. В роторе КВД также шариковый подшипник (Подшипниковый узел №3) расположен в передней масляной полости, роликовый подшипник (подшипниковый узел №4) – в задней масляной полости. Такая схема обеспечивает минимальные радиальные зазоры по лопаткам и лабиринтным уплотнениям роторов и стабильность этих зазоров в процессе эксплуатации.

Для обеспечения устойчивой работы компрессора во всем диапазоне эксплуатационных режимов и снижения вибронпряжений на рабочих лопатках – лопатки входного направляющего аппарата и направляющих аппаратов первой и второй ступеней КВД выполнены управляемыми, за бустером установлены клапана перепуска воздуха из внутреннего контура в наружный.

Управление лопатками ВНА и НА первой и второй ступеней осуществляется системой управления механизацией компрессора.

Конструкция компрессора обеспечивает:

- визуально-оптический осмотр лопаток вентилятора;
 - рабочих лопаток бустера и КВД через порты бороскопического осмотра;
- что позволяет оценить состояние компрессора.

4.2. Вентилятор и бустер

Вентилятор – трансзвуковой, с широкохордными лопатками. Бустер – осевой, трехступенчатый. Для обеспечения устойчивой работы бустера, за ним установлены клапана перепуска воздуха. Вентилятор и бустер приводятся во вращение турбиной низкого давления.

Вентилятор и бустер имеют модульную (блочную) конструкцию, что обеспечивает ремонт и замену отдельных деталей и узлов в эксплуатации (рис. 11).

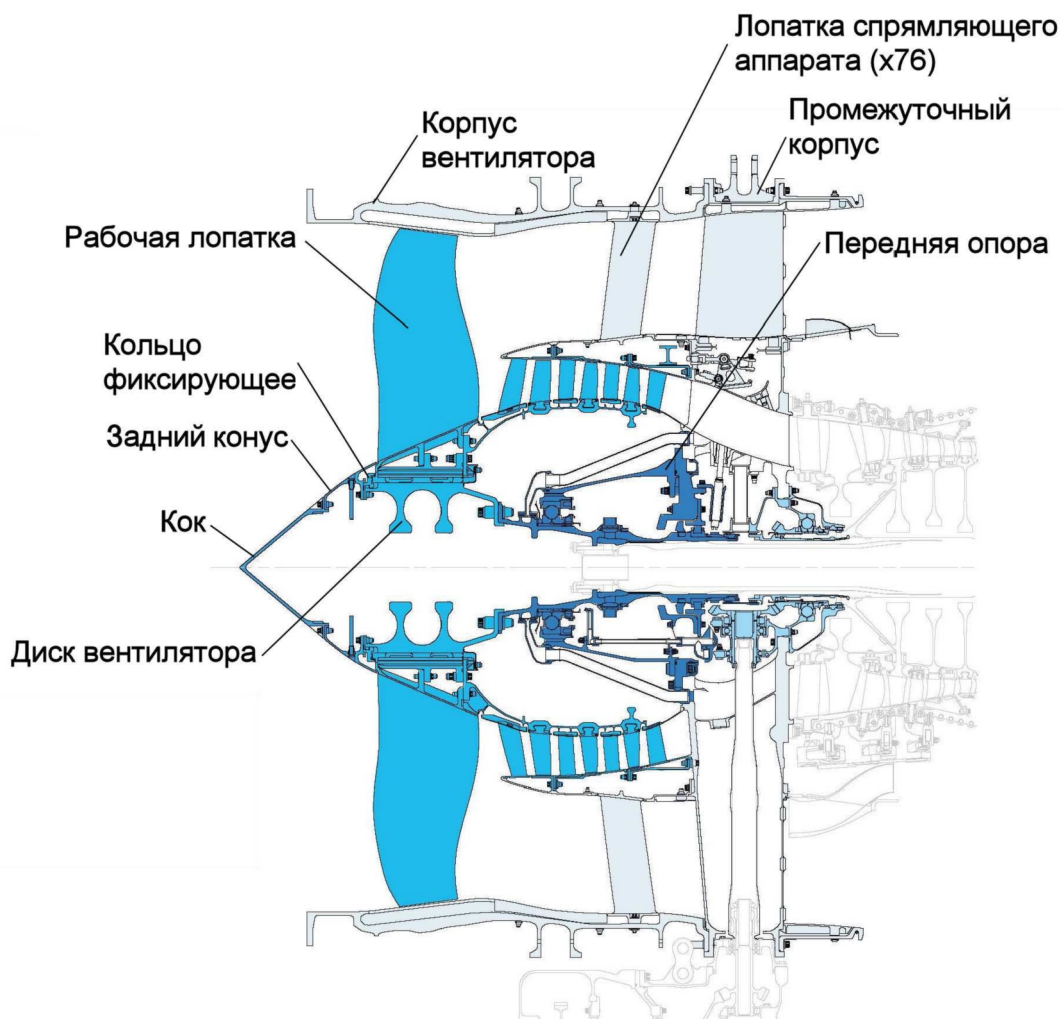


Рисунок 11. Вентилятор и бустер

Вентилятор предназначен для создания тяги путем преобразования энергии вращения ротора низкого давления в энергию воздушного потока. Ротор вентилятора состоит из рабочего колеса, на котором радиально установлены 24 лопатки и двух коков (переднего и заднего), закрывающих ступицу рабочего колеса спереди (рис. 12).

Передний кок представляет из себя коническую пустотелую деталь, благодаря чему обеспечивается его плавное обтекание потоком воздуха. Коническая форма так же препятствует образованию крупных кусков льда. Передний кок задним фланцем крепится к переднему фланцу заднего кока при помощи шести винтов. На поверхности переднего кока эмалью нанесен знак.

Задний кок представляет из себя пустотелую деталь с внешней эллиптической поверхностью. Задний кок предназначен для, балансировки вала ротора низкого давления, а так же, благодаря своей форме, предотвращает попадание кусков льда во внутренний поток двигателя, вытесняя их во внешний поток. Балансировка осуществляется при помощи

балансировочных винтов, которые ввинчиваются в 36 радиальных отверстиях. Задний конус с помощью 12 болтов крепится через предохранительное кольцо к ступице рабочего колеса вентилятора.

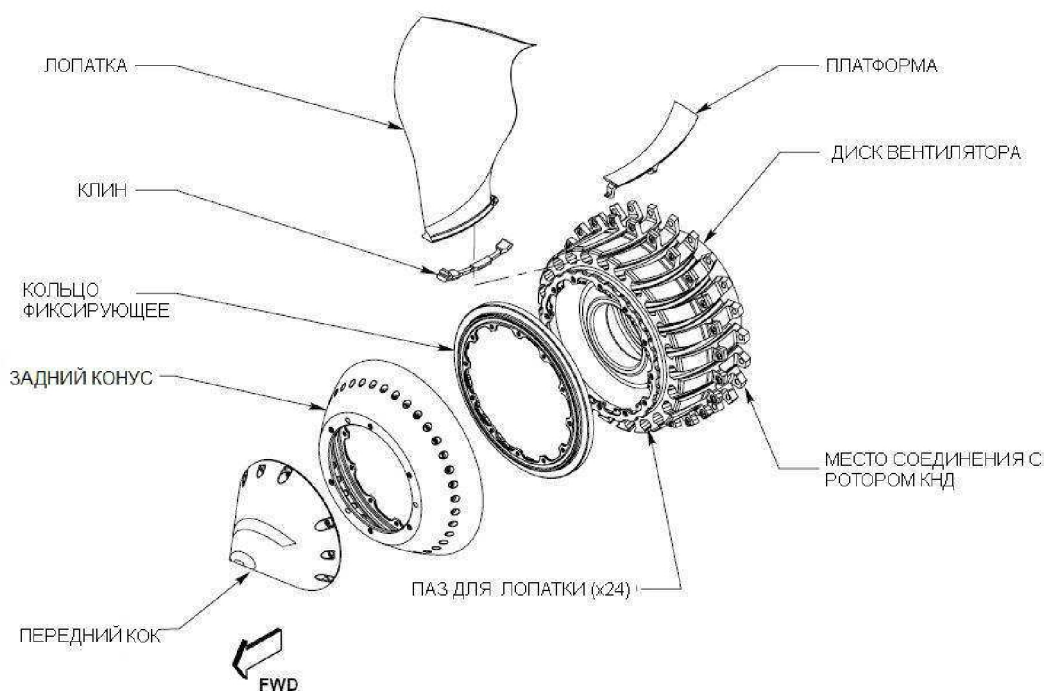


Рисунок 12. Ротор вентилятора

Лопатки вентилятора - широкохордные предназначены для преобразования механической энергии вращения ротора низкого давления в кинетическую энергию воздуха. А так же для защиты проточной части двигателя от повреждения посторонними объектами. Лопатки установлены на колесе при помощи соединения замков типа «ласточкин хвост» в ступице рабочего колеса. Соединение замок/паз воспринимает изгиб, а так же препятствует отрыву лопатки. Фиксация лопатки от перемещения в осевом направлении осуществляется при помощи стопорного язычка, выполненного на задней части замка лопатки. При стопорении, язычок входит в зацепление с пружинным фланцем бустера.

Лопатки зафиксированы от перемещения в осевом направлении при помощи проставок, устанавливаемых в пазы рабочего колеса под замком. На передней части проставки выполнен уступ, в который упирается замок лопатки. Проставки зафиксированы от перемещения в осевом направлении при помощи предохранительного кольца, закрепленного болтами на переднем торце рабочего колеса. Таким образом, осевую нагрузку, действующую на лопатки, воспринимают болты предохранительного кольца. Промежутки между лопатками закрыты платформами, предназначенными для сглаживания зазоров в проточной части между лопатками.

Бустер предназначен для обеспечения КВД необходимым массовым

расходом воздуха и обеспечения необходимой степени повышения давления воздуха. Бустер состоит из ротора (три ступени) и статора (четыре ступени) (рис. 13).

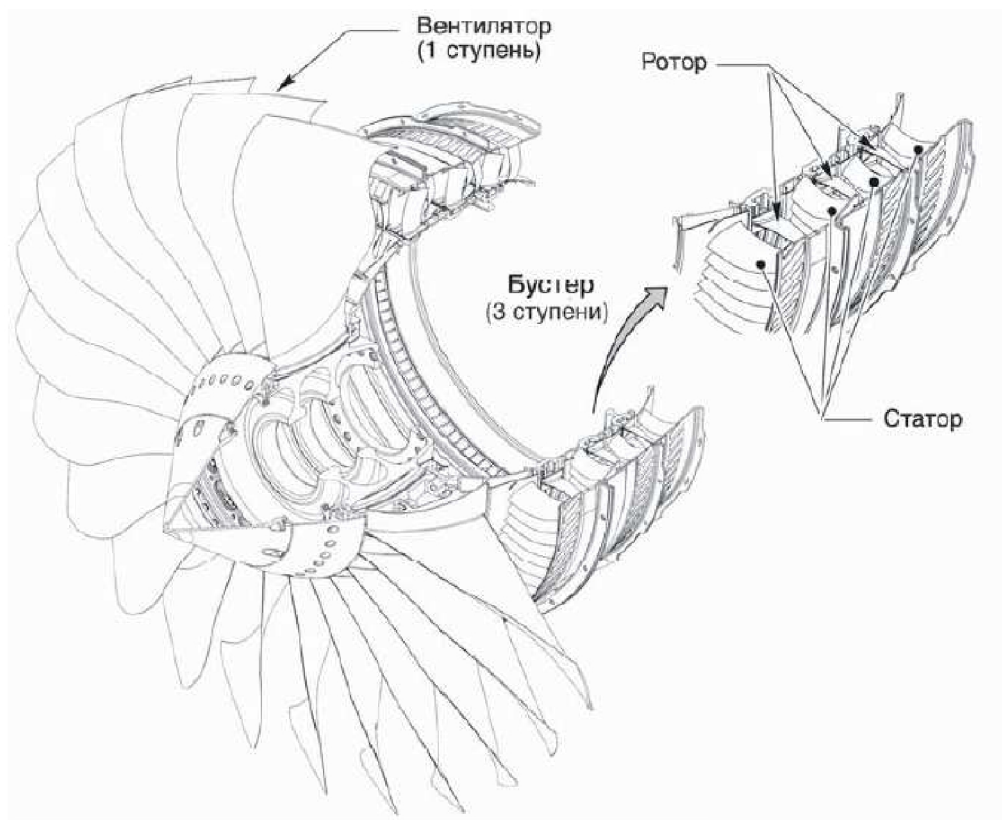


Рисунок 13. Бустер в изометрии

4.3. Компрессор высокого давления

В состав компрессора высокого давления (КВД) входят: передний статор КВД, ротор КВД и задний статор КВД.

Передний статор КВД состоит из следующих конструктивных элементов (рис 14):

- корпус переднего статора КВД;
- управляемый направляющий аппарат (УНА) КВД;
- фиксированный НАКВД.

Корпус переднего статора КВД. Передний статор КВД состоит из двух частей (верхней и нижней), соединенных друг с другом по горизонтальной плоскости разъема при помощи болтов. Передний фланец корпуса переднего статора КВД крепится к заднему фланцу среднего корпуса рамы вентилятора. Задний фланец корпуса переднего статора КВД крепится к переднему фланцу заднего статора КВД.

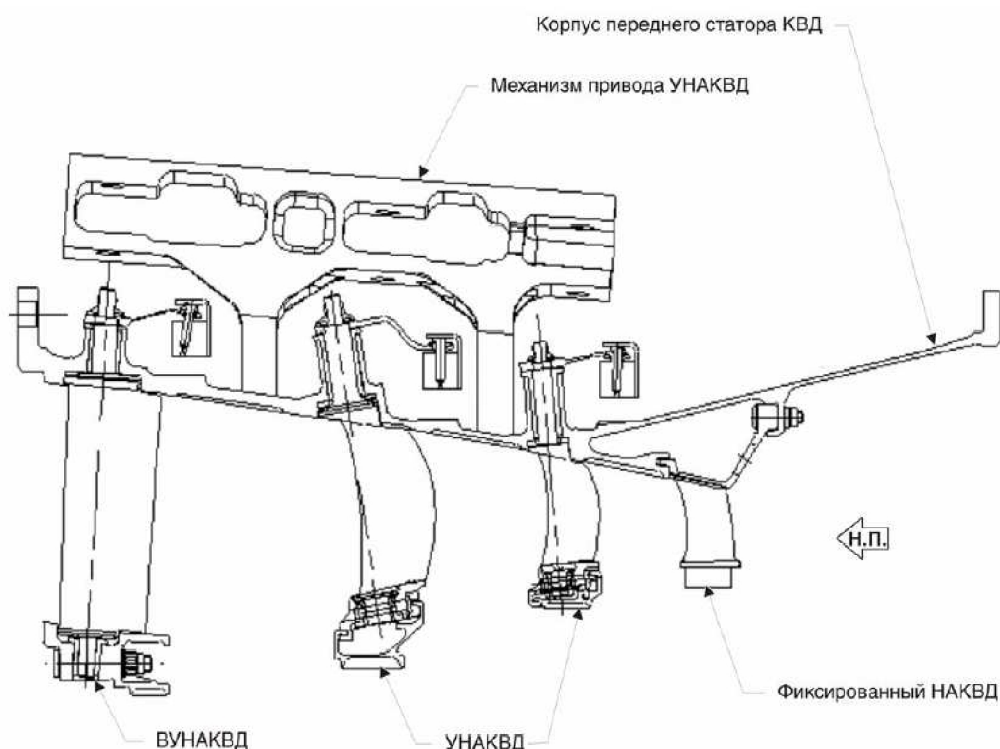


Рисунок 14. Передний статор КВД

Внутри корпуса переднего статора КВД установлены лопатки трех ступеней управляемого НА, а также лопатки фиксированного НА. Комплект лопаток фиксированного НА установлен в кольцевой канавке корпуса переднего статора КВД, и закреплен болтами. Снаружи корпуса переднего статора КВД установлен механизм привода и два гидроцилиндра привода лопаток управляемого НА.

На корпусе переднего статора КВД выполнены порты отбора воздуха от третьей ступени КВД (для нужд СКВ, ПОС и охлаждения турбины), а также порты для проведения бороскопического осмотра всех ступеней ротора и статора КВД.

Передний статор КВД снабжен трех ступенчатым управляемым НА.

- входной управляемый НА (ВУНАКВД);
- первая ступень управляемого НА (УНАКВД);
- вторая ступень УНАКВД.

Лопатки УНА установлены в индивидуальных втулках корпуса переднего статора КВД. Каждая лопатка УНА с наружной стороны снабжена плечом. Плечи лопаток одноименной ступени УНА связаны кольцевым коллектором, благодаря чему осуществляется их синхронное управление.

Коллекторы всех ступеней УНА присоединены при помощи механизма привода к двум гидроцилиндрам. С внутренней стороны лопатки УНА установлены во втулки вкладыша истираемого уплотнения, причем лопатки ВУНАКВД закреплены болтами, а УНАКВД установочными штифтами. Вкладыш истираемого уплотнения обеспечивает герметичное сочленение с

лабиринтным уплотнением ротора КВД. Лопатки ВУНАКВД и первой ступени УНАКВД выполнены из титанового сплава. Лопатки второй ступени УНАКВД выполнен из стали.

Фиксированный НАКВД состоит из одной ступени. Конструктивно фиксированный НАКВД состоит из 10 секторов, каждый из которых состоит из внутренней и внешней платформ между, которыми закреплен комплект из 11 лопаток. Передняя часть внешней платформы каждого из секторов устанавливается в кольцевую канавку на заднем фланце корпуса переднего статора КВД. На внутренней платформе установлено сотовое уплотнение, обеспечивающее герметичное сочленение с лабиринтным уплотнением ротора КВД. Лопатки фиксированного НАКВД выполнены из никелевого сплава.

Ротор КВД – шестиступенчатый, осевой с полым валом. Конструктивно ротор КВД состоит из следующих элементов (рис. 15):

- лопатки КВД;
- блиски первой и второй ступеней КВД;
- рабочее колесо КВД;
- диск с лабиринтным уплотнением.

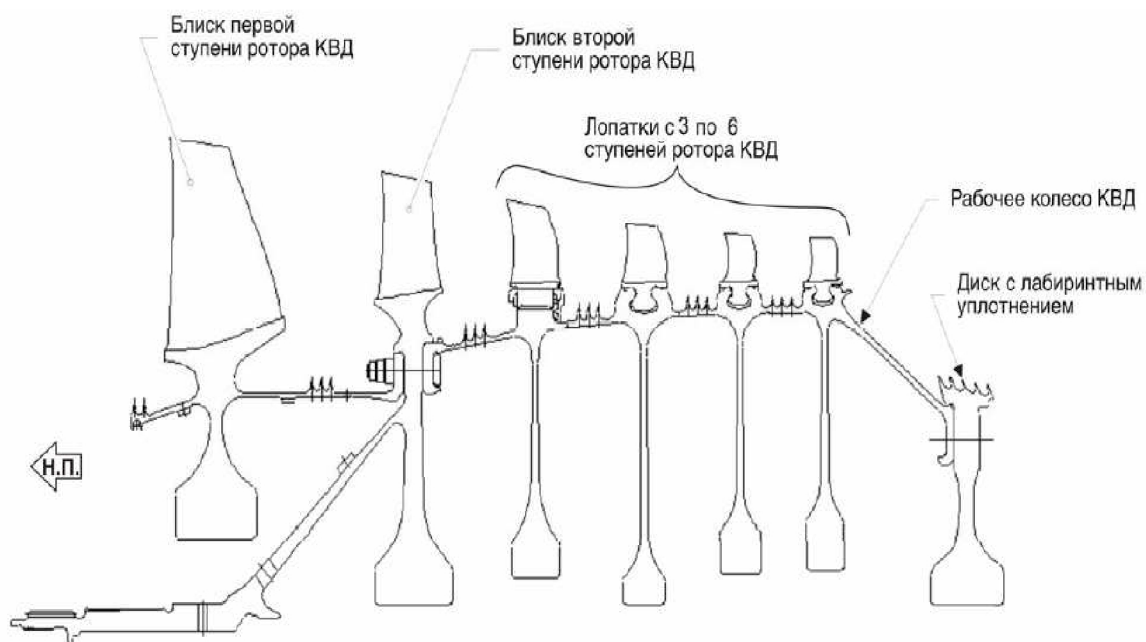


Рисунок 15. Ротор КВД

Первая и вторая ступени ротора КВД выполнены по технологии “Blisk”. Блиск КВД является фрезерованной из единой заготовки деталью, совмещающей рабочее колесо, комплект лопаток, лабиринтные уплотнения и вал КВД.

Блиск первой ступени ротора КВД соединен вместе с блиском второй ступени ротора КВД и рабочим колесом с третьей по шестую ступень ротора

КВД при помощи болтов. На валу блиска второй ступени КВД выполнены шлицевые пазы для соединения с задней частью вала вентилятора. Блиски первой и второй ступеней ротора КВД выполнены из титанового сплава.

На блиске первой ступени ротора КВД отфрезеровано 36 лопаток. На блиске второй ступени ротора КВД отфрезеровано 56 лопаток.

Лопатки третьей ступени ротора КВД устанавливаются на рабочее колесо КВД при помощи паза ласточкин хвост. Лопатки третьей ступени ротора КВД поджаты в осевом направлении упорным кольцом, прикрепленном к передней поверхности паза ласточкин хвост при помощи болтов. Лопатки третьей ступени ротора КВД выполнены из титанового сплава. Упорное кольцо выполнено из никелевого сплава.

Лопатки с четвертой по шестую ступеней ротора КВД устанавливаются на рабочее колесо ротора КВД при помощи профилированной кольцевой канавки. Платформы лопаток с четвертой по шестую ступеней КВД плотно прилегают друг к другу, обеспечивая надежную фиксацию лопаток в тангенциальном направлении. Четыре лопатки на каждой из ступеней (с 4 по 6 ступень) КВД имеют специальные вырезы в платформе под два замка.

Лопатки с четвертой по шестую ступень КВД выполнены из никелевого сплава.

К переднему фланцу рабочего колеса КВД крепятся оба блиска КВД. Задний фланец рабочего колеса КВД крепится к диску с лабиринтным уплотнением при помощи болтов. На рабочем колесе КВД выполнено 70 пазов ласточкин хвост под лопатки третьей ступени ротора КВД, а так же три профилированные кольцевые канавки для крепления лопаток четвертой, пятой и шестой ступеней КВД. Так же на рабочем колесе КВД имеются четыре лабиринтных уплотнения, для герметизации сочленения с вкладышами истираемого уплотнения и сотового уплотнения статора КВД. Рабочее колесо КВД выполнено из никелевого сплава.

Диск с лабиринтным уплотнением крепится вместе с бочкой ротора ТНД к заднему фланцу рабочего колеса КВД при помощи болтов. На диске выполнены зубья лабиринтного уплотнения, обеспечивающие герметизацию сочленения с опорой уплотнения корпуса камеры сгорания. Диск с лабиринтным уплотнением выполнен из никелевого сплава.

Задний статор КВД состоит из следующих конструктивных элементов (рис.16):

- корпуса четвертой и пятой ступеней статора КВД;
- демпфер;
- сектора с лопатками НАКВД.

Корпуса четвертой и пятой ступеней статора КВД крепятся друг к другу при помощи болтов. Сборка корпусов крепится задним фланцем к демпферу.

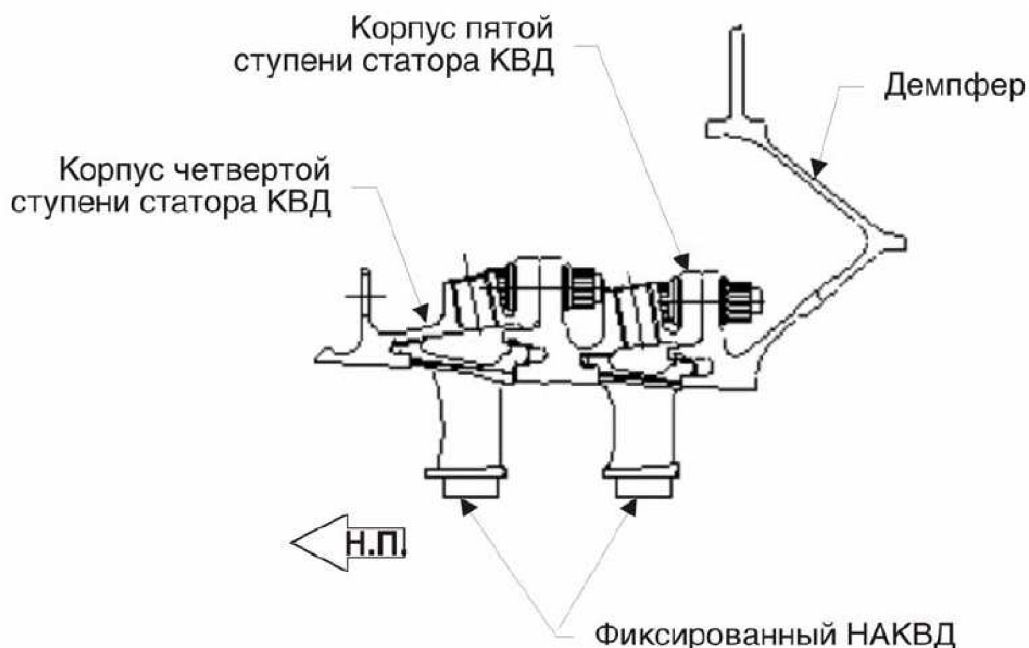


Рисунок 16. Задний статор КВД

Корпуса четвертой и пятой ступеней статора КВД поддерживают две ступени фиксированного НАКВД, лопатки которых собраны в сектора и установлены в кольцевых канавках корпусов. На корпусах четвертой и пятой ступеней статора КВД имеются порты отбора воздуха от шестой ступени КВД (для нужд КСКВ, системы перепуска ТВV и охлаждения турбины), а так же два окна для проведения бороскопического осмотра всех ступеней КВД. Корпуса четвертой и пятой ступеней статора КВД выполнены из стали.

Демпфер формирует проточную часть шестой ступени ротора КВД, а так же поддерживает корпуса четвертой и пятой ступеней статора КВД. Фланец демпфера закреплен между задним фланцем корпуса переднего статора КВД и корпусом камеры сгорания. Демпфер выполнен из стали.

Сектора с лопатками НАКВД. На заднем статоре КВД расположено две ступени НАКВД:

- четвертая ступень статора КВД – 120 лопаток;
- пятая ступень статора КВД – 126 лопаток (9 секторов).

Отдельные лопатки ступеней статора КВД заключены между внутренней и внешней платформами, и разбиты на сектора. Лопатки четвертой ступени статора КВД конструктивно объединены в 10 секторов по 12 лопаток в каждом секторе. Лопатки пятой ступени статора КВД конструктивно объединены в 9 секторов, по 14 лопатки в каждом секторе.

Сектора с лопатками устанавливаются в кольцевые канавки в корпусах четвертой и пятой ступеней статора КВД. На внутренней стороне внутренней платформы расположены вкладыши сотового уплотнения, обеспечивающие герметичное сочленение с лабиринтным уплотнением ротора КВД. Сектора с лопатками НАКВД выполнены из никелевого сплава.

5. Камера сгорания

Секция камеры сгорания предназначена для образования горючей смеси из топлива и сжатого в КВД воздуха, сжигания этой смеси и подвода продуктов сгорания, обладающих высокой энергией, в ТВД.

Секция камеры сгорания (КС) конструктивно состоит из следующих узлов: корпуса диффузора и камеры сгорания (рис. 17).

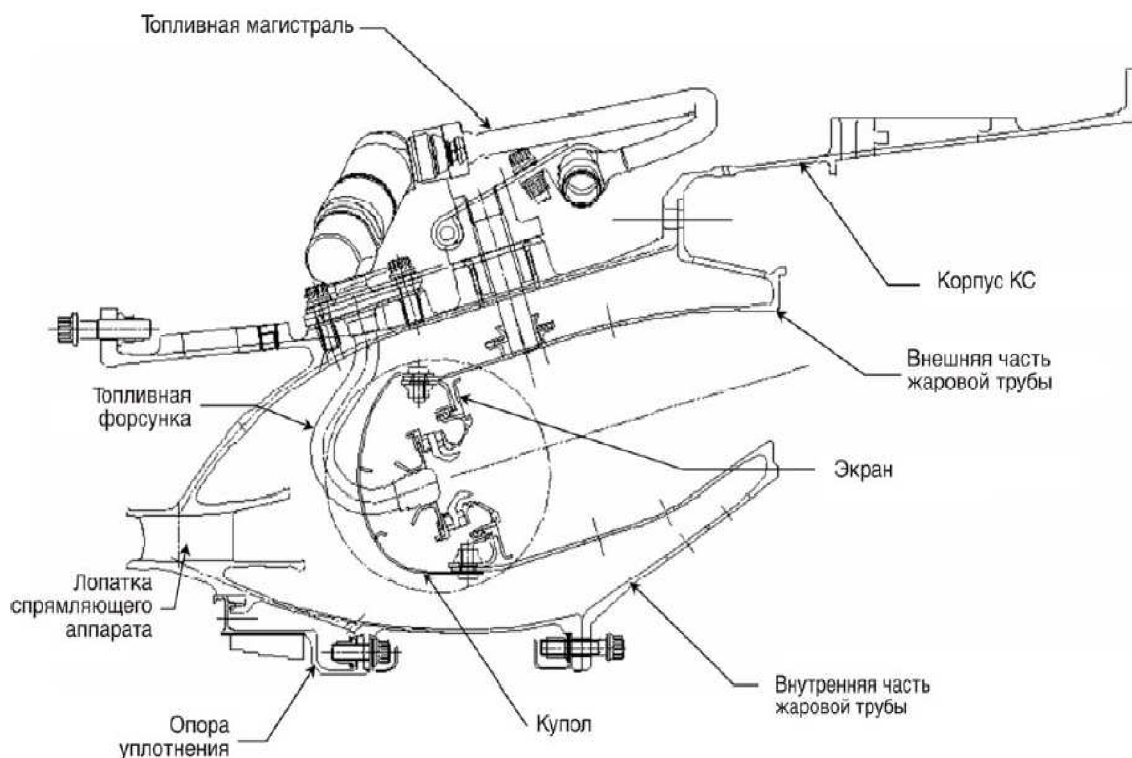


Рисунок 17. Сечение модуля камеры сгорания

Корпус диффузора воспринимает высокое давление газов и является конструктивной опорой для камеры сгорания и ТВД. Корпус диффузора конструктивно состоит из следующих узлов: корпуса КС и опоры уплотнения КС.

Корпус КС закреплен между корпусом заднего статора КВД и корпусом ТНД. На корпусе КС выполнено 18 втулок для установки топливных форсунок, две втулки для установки свечей зажигания, четыре окна для проведения бороскопического осмотра, а также втулки установки датчиков ТЗ, РЗ и системы активного регулирования зазоров ТВД (САРЗТВД(НРТАСС)).

Внутри корпуса КС, в передней его части, размещены лопатки спрямляющего аппарата и диффузор. Корпус камеры сгорания выполнен из никелевого сплава.

Задний фланец опоры уплотнений КС устанавливается в кольцевую канавку на передней внутренней части корпуса КС и крепится при помощи

болтов. На опоре уплотнений КС выполнено сотовое уплотнение, герметизирующее сочленение с диском с лабиринтным уплотнением. Опора уплотнений КС выполнена из никелевого сплава.

Камера сгорания (КС) конструктивно состоит из следующих элементов (рис. 17):

- Внутренняя часть жаровой трубы;
- Внешняя часть жаровой трубы;
- Экран;
- Купол.

Внутренняя часть жаровой трубы закреплена между корпусом КС и внутренним корпусом ТВД при помощи болтов.

Внешняя часть жаровой трубы закреплена между корпусом КС и корпусом ТВД при помощи болтов. Во внешнем кожухе также выполнено 36 основных, 18 больших и 54 маленьких смешивающих отверстия, через которые происходит подача струй воздуха к факелам, обеспечивающая полное сгорание топлива. Охлаждение внешнего кожуха обеспечивается воздухом, проникающим через поры – маленькие отверстия, выполненные в теле внешнего кожуха методом электро-эрозии. Внешняя часть жаровой трубы снабжен двумя приливами для установки втулок свечей зажигания.

Окна в корпусе КС для проведения бороскопического осмотра совпадают с основными отверстиями внешнего кожуха.

Внешняя и внутренняя части жаровой трубы выполнены из жаропрочного кобальтоникелевого сплава.

Экран вместе с куполом закреплены между внешним и внутренним кожухами при помощи болтов. Экран камеры сгорания выполнен из жаропрочного кобальтоникелевого сплава. Охлаждение дна – воздушно-пленочное, воздухом от компрессора.

Купол вместе с экраном закреплены между внешним и внутренним кожухами при помощи болтов. Купол формирует заднюю часть камеры сгорания. Купол разделяет сжатый в компрессоре воздух на три части: внешнюю часть, предназначенную для охлаждения внешнего кожуха, внутреннюю - для охлаждения внутреннего кожуха, а так же основную часть, проходящую через головки форсунок и Экран, и формирующую факела топливовоздушной смеси. Купол выполнен из никелевого сплава.

6. Турбина двигателя

Секция турбины предназначена для преобразования части энергии продуктов сгорания во вращение ТВД и ТНД и передачи вращения на вентилятор, бустер, КВД и коробку привода агрегатов; а также спрямления потока продуктов сгорания перед смесителем.

Секция турбин состоит из следующих узлов:

- Сопловой аппарат и статор ТВД;
- Ротор ТВД;
- Сопловой аппарат ТНД;
- Ротор и статор ТНД;
- Вал ТНД;
- Задний стоечный узел.

6.1. Турбина высокого давления

В узел ТВД входят сопловой аппарат со статором ТВД и ротор ТВД.

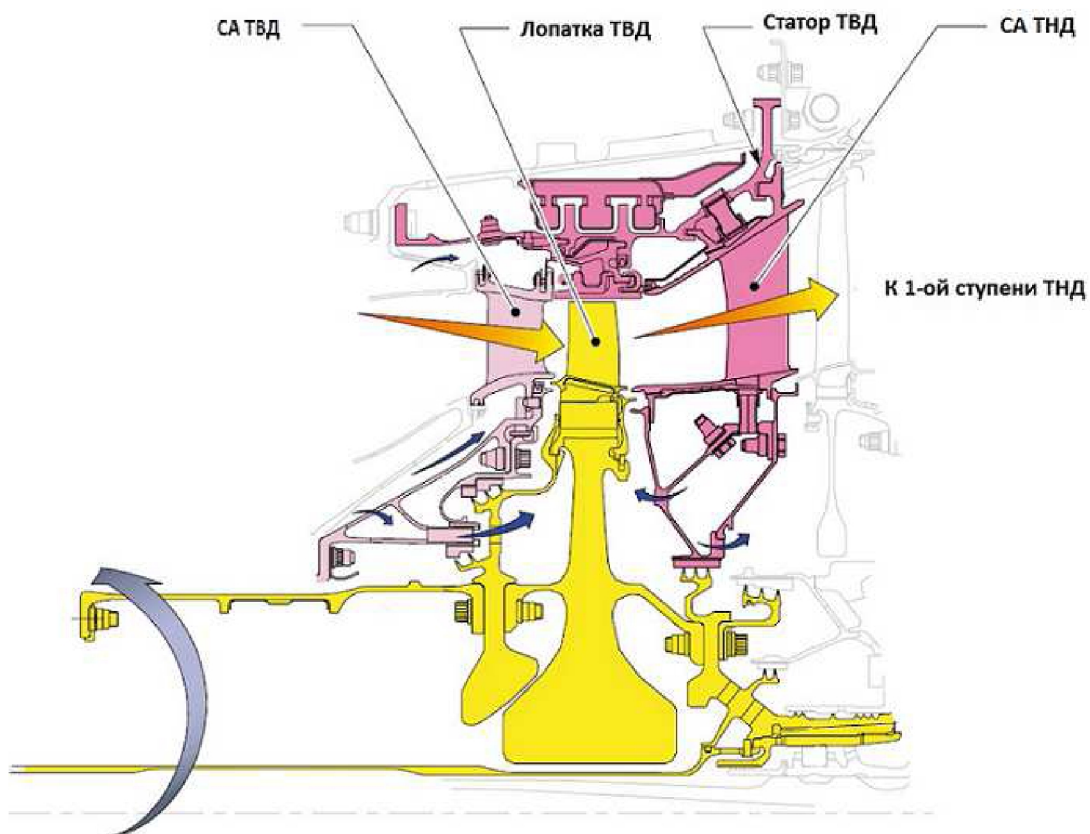


Рисунок 18. Сечение ТВД

Сопловой аппарат ТВД предназначен для спрямления потока продуктов сгорания перед ТВД.

Статор и сопловой аппарат ТВД состоит из следующих элементов (рис.19):

соплового аппарата, внутреннего корпуса, корпуса ТВД, кожуха охлаждения ТВД.

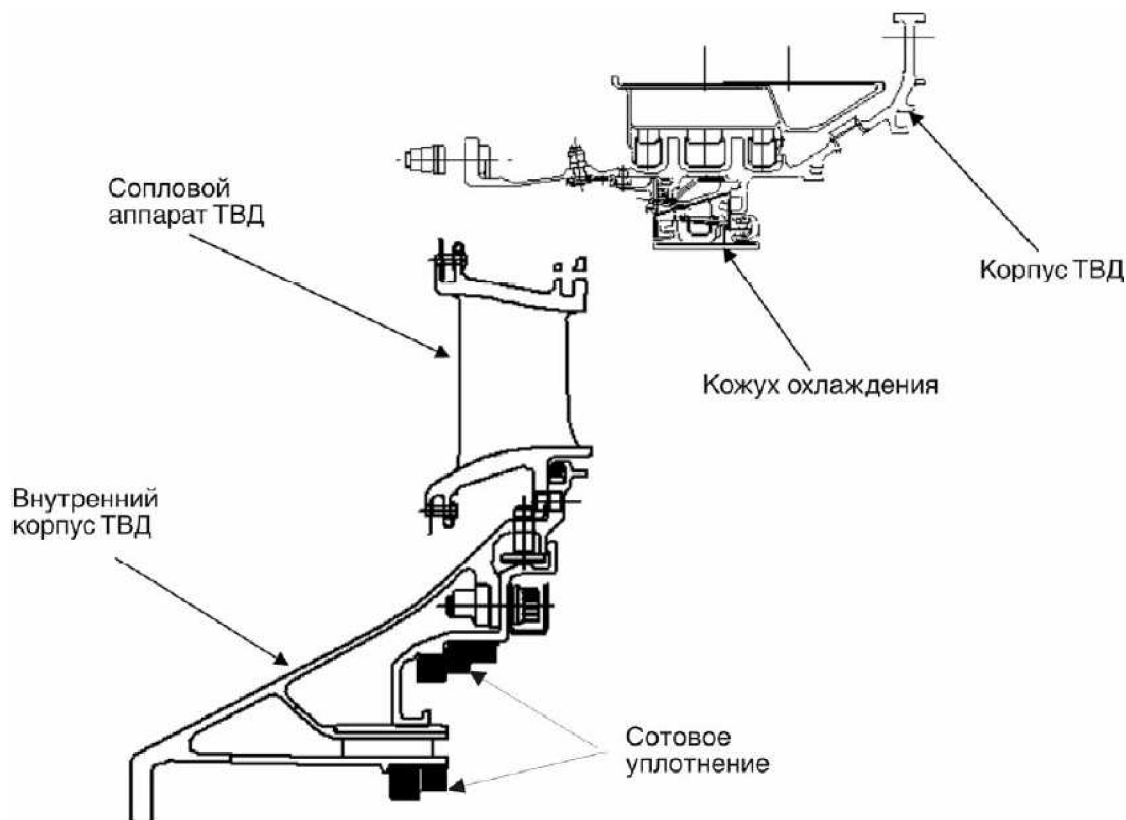


Рисунок 19. Сопловой аппарат и статор ТВД

Сопловой аппарат состоит из 18 сегментов, каждый из которых содержит по две лопатки, заключенные между внешней и внутренней опорой. Для охлаждения лопаток и платформ в каждой лопатке соплового аппарата ТВД выполнены внутренние каналы, связанные с системой отверстий на поверхности лопатки, по которым циркулирует охлаждающий воздух. Лопатки и обе платформы соплового аппарата ТВД охлаждаются воздухом, отбираемым из корпуса КС. Сопловой аппарат ТВД расположен внутри задней части корпуса КС после КС и соединен с ним через монтажный фланец КС (Мм9) при помощи болтов. Лопатки и обе платформы соплового аппарата ТВД выполнены из никелевого сплава и покрыты термобарьерным покрытием.

Внутренний корпус закреплен спереди на внутреннем фланце КС при помощи болтов, а сзади на внутренней платформе соплового аппарата ТВД при помощи 18 штифтов. К внутреннему корпусу крепится опорное кольцо и два сотовых уплотнения, герметизирующие сочленение с дисками лабиринтного уплотнения ротора ТВД. Внутренний корпус выполнен из никелевого сплава.

Корпус ТВД крепится к заднему фланцу КС при помощи болтов спереди и закреплен между задним фланцем внешнего корпуса ТВД и передним фланцем корпуса ТНД сзади. На корпусе ТВД размещены два воздуховода

системы активного регулирования зазоров ТВД (НРТАСС). В корпусе ТВД выполнено 76 отверстий, для подачи охлаждающего воздуха к первой ступени соплового аппарата ТНД. Корпус ТВД выполнен из никелевого сплава.

Кожух охлаждения ТВД состоит из 36 сегментов, установленных попарно на 18 сегментах опорной гильзы. Сегменты спереди установлены в кольцевой канавке опорной гильзы, а сзади зажаты упорными сегментами. Кожух охлаждения ТВД имеет внутренние полости, предназначенные для циркуляции охлаждающего воздуха. Сегменты кожуха охлаждения ТВД выполнены из никелевого сплава и покрыты термобарьерным покрытием.

Ротор ТВД предназначен для преобразования тепловой энергии продуктов сгорания в кинетическую энергию вращения, а так же передачи вращения на КВД и коробку привода агрегатов.

Ротор ТВД состоит из следующих основных компонентов (рис.20):

- Лопатки;
- Диск ТВД;
- Лабиринтное уплотнение;
- Диск уплотнения ТВД;
- Вал-втулка;
- Гильза.

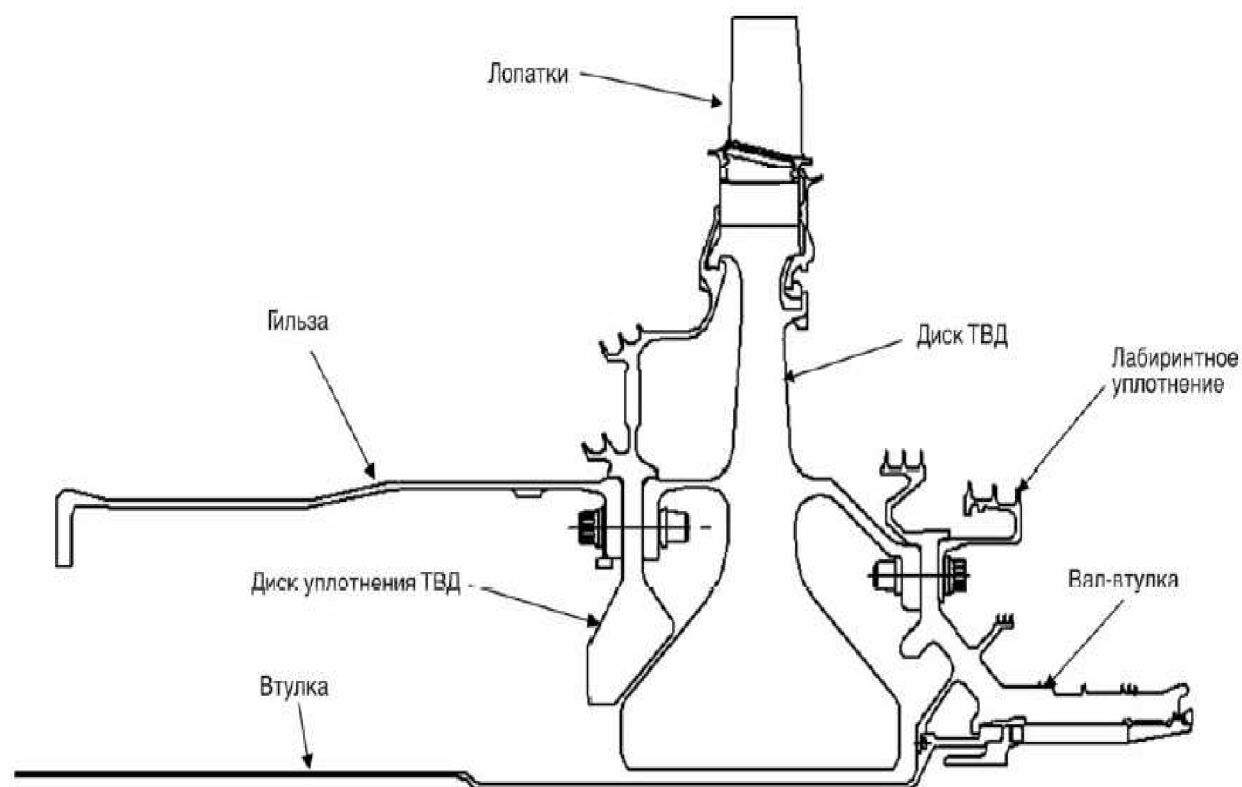


Рисунок 20. Ротор ТВД

Лопатки ТВД установлены на диске ТВД при помощи замка типа «ласточкин хвост» на корневой части. Лопатки зафиксированы от

перемещения в осевом направлении диском уплотнения ТВД спереди и стопорным кольцом сзади. Лопатки ТВД имеют внутренние каналы, связанные с системой отверстий на поверхности лопаток, для циркуляции охлаждающего воздуха. Охлаждающий воздух проходит через полость, образованную диском ТВД и диском уплотнения ТВД, через отверстия в замке лопатки и выходит через систему отверстий на поверхности лопатки в поток, образуя сплошной слой, предохраняющий лопатку от перегрева. Лопатки ТВД – монокристаллические, из никелевого сплава и покрытые термобарьерным покрытием.

Диск ТВД поддерживает лопатки и охлаждается воздухом. К диску ТВД крепятся диск уплотнения ТВД спереди и вал-втулка с лабиринтным уплотнением сзади. Диск ТВД выполнен из никелевого сплава.

Лабиринтное уплотнение крепится к валу-втулке при помощи болтов. Лабиринтное уплотнение герметизирует сочленение с сотовым уплотнением ТНД. Лабиринтное уплотнение выполнено из никелевого сплава.

Диск уплотнения ТВД закреплен между гильзой и диском ТВД при помощи болтов, образуя полость для циркуляции охлаждающего воздуха. На диске уплотнения ТВД выполнено два лабиринтных уплотнения, герметизирующих сочленение с сотовым уплотнением внутреннего корпуса ТВД. Диск уплотнения ТВД фиксирует лопатки от осевого перемещения спереди. Диск уплотнения ТВД выполнен из никелевого сплава.

Вал-втулка закреплен между диском ТВД и лабиринтным уплотнением. Вал-втулка передает нагрузки, действующие на ротор ТВД на подшипниковый узел №4. Вал-втулка выполнен из никелевого сплава.

Гильза установлена спереди диска уплотнения ТВД и является основным элементом, передающим вращение с ротора ТВД на ротор КВД. Гильза выполнена из никелевого сплава.

6.2. Турбина низкого давления

В состав ТНД входят: сопловой аппарат ТНД, ротор и статор ТНД, вал ТНД.

Сопловой аппарат ТНД предназначен для спрямления потока продуктов сгорания перед ТНД.

Сопловой аппарат ТНД состоит из следующих компонентов (рис. 21): переднего фланца, соплового аппарата, заднего фланца.

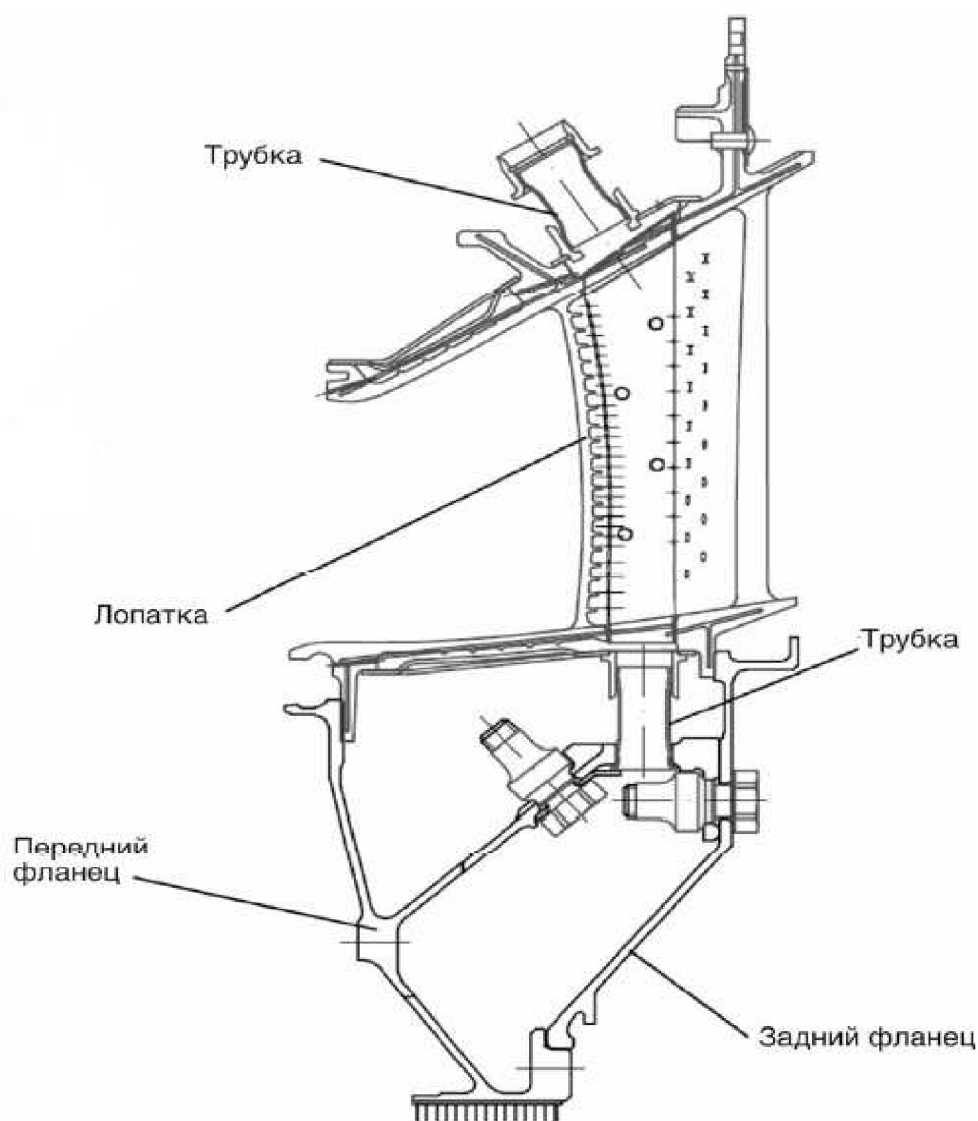


Рисунок 21. Первая ступень соплового аппарата ТНД

Сопловой аппарат состоит из 19 сегментов, состоящих из четырех лопаток соплового аппарата, заключенных между внешней и внутренней платформами. Лопатки соплового аппарата имеют внутренние каналы, соединенные с системой отверстий на поверхности лопатки для циркуляции охлаждающего воздуха.

Во внутреннюю и во внешнюю платформы впаяны пластины, предназначенные для эффективного отвода тепла, а так же трубки для циркуляции охлаждающего воздуха. Лопатки соплового аппарата и платформы выполнены из никелевого сплава и покрыты термобарьерным покрытием. На двух сегментах выполнено по одному маркировочному отверстию, предназначенному для обследования соплового аппарата ТНД бороскопическими средствами.

Ротор и статор ТНД предназначены для преобразования части энергии продуктов сгорания во вращение ротора ТНД и передачи вращения на вал

вентилятора и бустера.

Статор ТНД состоит из следующих компонентов (рис. 22): корпуса ТНД, второй и третьей ступени соплового аппарата ТНД, воздухопроводов рубашки охлаждения.

Ротор ТНД состоит из следующих компонентов (рис. 22): дисков первой – третьей ступеней ротора ТНД, лопаток, уплотняющих колец, опоры дисков ТНД, уплотнения опоры.

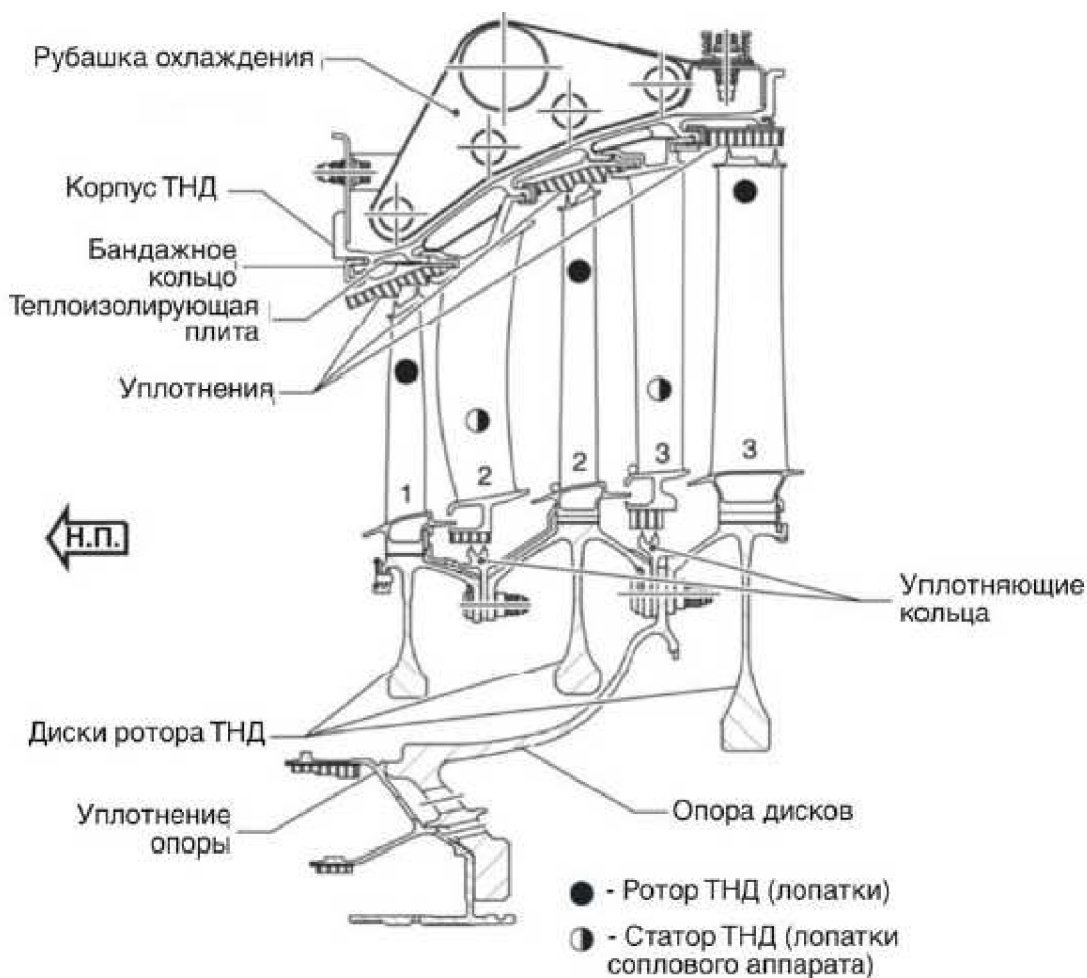


Рисунок 22. Ротор и статор ТНД

Корпус ТНД спереди прикреплен к заднему фланцу КС при помощи болтов, а сзади к переднему фланцу заднего стоечного узла. Бандажное кольцо ТНД установлено радиально между передним фланцем корпуса ТНД и корпусом уплотнения первой ступени соплового аппарата ТНД. На корпусе ТНД выполнено два порта для бороскопического осмотра. Порты расположены в передней и задней частях корпуса ТНД. Также на корпусе ТНД выполнены шесть портов для установки датчиков температуры. На внутренней поверхности корпуса ТНД расположено три теплоизолирующие плиты. Корпус ТНД выполнен из никелевого сплава.

Вторая ступень соплового аппарата ТНД состоит из 14 сегментов.

Каждый сегмент является единой отливкой, в которой выполнено пять лопаток. Сотовое уплотнение припаяно к нижней платформе сегмента. Сотовое уплотнение герметизирует сочленение с уплотняющими кольцами ротора ТНД. В одном из сегментов имеется порт для проведения бороскопического осмотра.

Третья ступень соплового аппарата ТНД состоит из 19 сегментов. Каждый сегмент является единой отливкой, в которой выполнено семь лопаток. Один из сегментов снабжен портом для проведения бороскопического осмотра.

Сегменты второй и третьей ступени соплового аппарата ТНД покрыты термобарьерным покрытием.

Два стальных коллектора подводят воздух, отбираемый после вентилятора, к рубашке охлаждения. Рубашка охлаждения выполнена разъемной в горизонтальной плоскости из двух половин. Каждая из половин рубашки охлаждения состоит из четырех стальных трубок, согнутых в виде сектора окружности 180° и связанные между собой бандажем. На поверхности трубок, обращенных к корпусу ТНД выполнены отверстия, через которые охлаждающий воздух обдувает корпус ТНД.

Диски первой – третьей ступеней ротора ТНД выполнены из никелевого сплава. На наружной поверхности дисков протянуты пазы под замки лопаток. Между дисками ротора ТНД расположены уплотняющие кольца.

Лопатки ТНД имеют замки типа «ласточкин хвост».

Лопатки выполнены из никелевого сплава и покрыты термобарьерным покрытием. Первая и вторая ступени ТНД имеют по 140 лопаток каждая, третья ступень содержит 95 лопаток.

Два уплотняющих кольца расположены между дисками ротора ТНД. Каждое кольцо снабжено венцом с лабиринтным уплотнением, герметизирующим сочленение с сотовым уплотнителем соплового аппарата ТНД. Уплотняющие кольца выполнены из никелевого сплава.

Опора дисков ТНД закреплена между уплотняющим кольцом и диском третьей ступени ротора ТНД. Опора дисков ТНД обеспечивает передачу вращения с дисков ТНД на вал ТНД. Опора дисков ТНД выполнена из никелевого сплава.

Уплотнение опоры выполнено из никелевого сплава и крепится к переднему фланцу опоры дисков ТНД при помощи болтов. К уплотнению опоры припаяны два сотовых уплотнителя, герметизирующих сочленение с валом ТНД.

Вал ТНД предназначен для передачи вращения с ротора ТНД на вал вентилятора, передачи нагрузок, действующих на ротор ТНД, на подшипниковые узлы №4 и 5 и вентилирования масляных полостей. Вал ТНД состоит из следующих компонентов (рис. 23): вал, подшипниковый узел №4, подшипниковый узел №5.

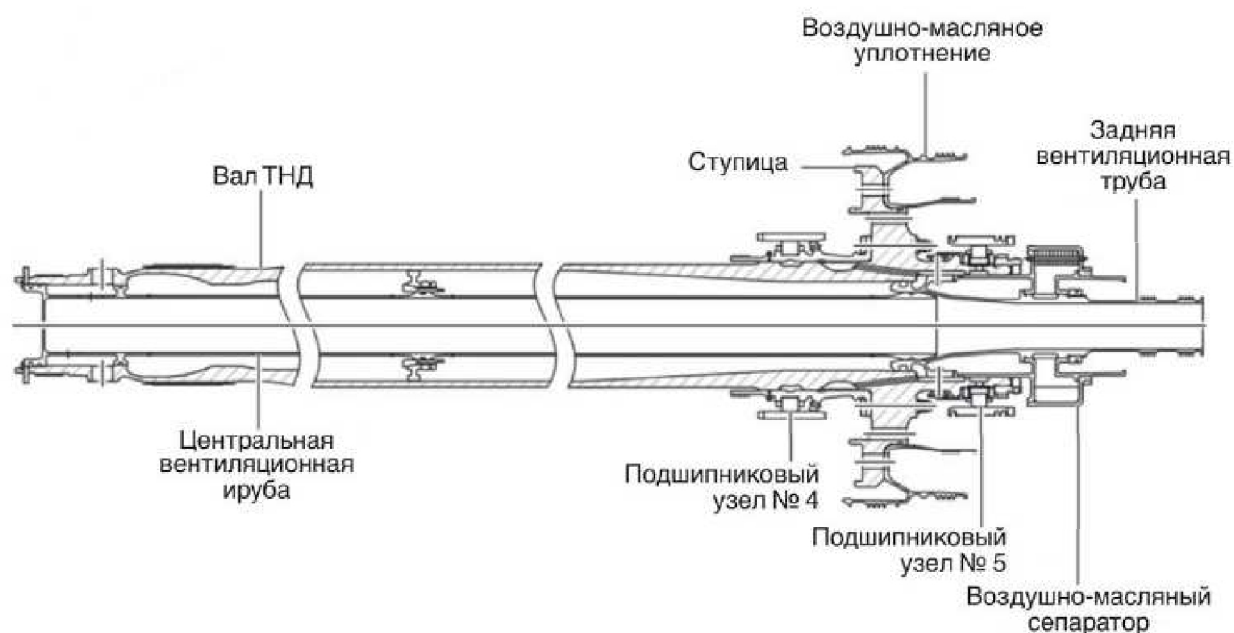


Рисунок 23. Вал ТНД

Вал стальной, полый, расположен на оси вращения роторов двигателя. Передний конец вала снабжен внешними шлицами, для соединения с валом вентилятора. На заднем конце вала выполнены шейки под подшипниковые узлы №№ 4 и 5, расположенные с обеих сторон ступицы. На ступице закреплена опора дисков ТНД. На заднем фланце ступицы выполнено два воздушно-масляных уплотнения, обеспечивающих наддув масляных полостей.

В полости вала расположена средняя вентиляционная труба, выполненная из титана. Передний конец центральной вентиляционной трубы установлен в мембрану вала, задний конец соединен с задней вентиляционной трубой. Соосное положение центральной вентиляционной трубы обеспечивается благодаря внутренним посадочным диаметрам вала.

Задняя вентиляционная труба установлена на заднем конце вала. Относительное осевое и угловое положение задней вентиляционной трубы обеспечивается внутренним посадочным диаметром вала и тремя установочными штифтами.

Воздушно-масляный сепаратор расположен на центральной части задней вентиляционной трубы. Осевое положение воздушно-масляного сепаратора регулируется накидной гайкой.

Подшипниковый узел №4 с роликовыми подшипниками предназначен для восприятия радиальных нагрузок, действующих на ТВД. Подшипник установлен между задним валом ТВД и валом ТНД. Внешнее кольцо подшипника установлено в выточке заднего вала ТНД, внутреннее кольцо

крепится к переднему фланцу ступицы вала ТНД при помощи болтов. На внутреннем кольце выполнен буртик, способный воспринимать нагрузки в случае разрушения подшипника. На переднем буртике внутреннего кольца подшипника выполнено лабиринтное уплотнение, герметизирующее сочленение с корпусом задней масляной полости.

Подшипниковый узел №5 поддерживает заднюю часть ротора ТНД и воспринимает радиальные нагрузки. Внешнее кольцо подшипника запрессовано в ступице заднего стоечного узла. Внутреннее кольцо установлено на заднем фланце ступицы вала ТНД.

Упорный штифт предотвращает осевое перемещение внутреннего кольца подшипника относительно вала ТНД.

7. Привод агрегатов

Привод агрегатов предназначен для привода агрегатов, запуска двигателя и прокрутки ротора высокого давления при техническом обслуживании.

Привод агрегатов размещен на корпусе вентилятора в положении 8 часов (направление взгляда по полету) под левой створкой капота вентилятора.

Привод агрегатов состоит из следующих основных частей (рис. 24): радиального вала, коробки раздаточной (Мм16), горизонтального вала, коробки приводов (Мм17).

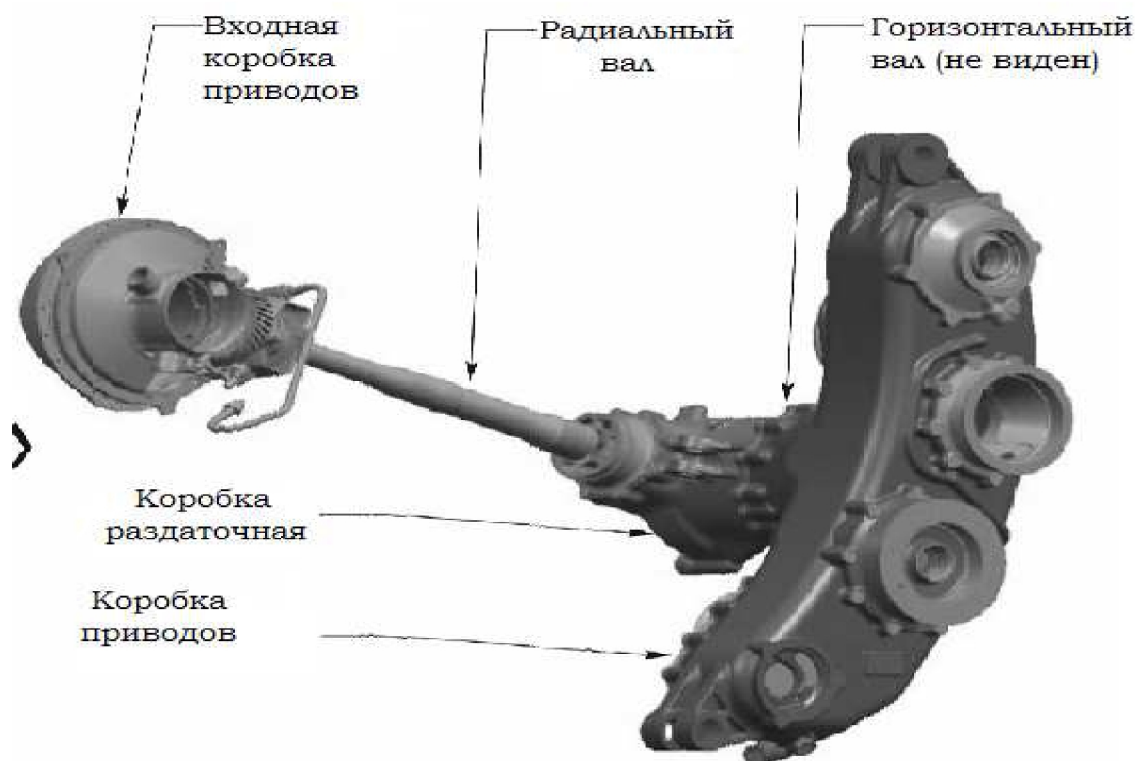


Рисунок 24. Привод агрегатов

Радиальный и горизонтальный валы пустотелые, со шлицевыми концами с обеих сторон. Радиальный вал расположен внутри стойки №8 рамы вентилятора в положении 8 часов (взгляд по направлению полета). Радиальный вал предназначен для передачи вращения между входной коробкой передач и коробкой раздаточной.

Горизонтальный вал расположен между коробкой раздаточной и коробкой приводов и предназначен для передачи вращения между ними.

Коробка раздаточная представляет из себя редуктор с двумя коническими колесами (с горизонтальным и радиальным расположением оси вращения). Коническое колесо с радиальным расположением оси вращения соединено при помощи шлицевого соединения с радиальным валом. Коническое колесо с горизонтальным расположением оси вращения соединено при помощи

шлицевого соединения с горизонтальным валом.

Коробка раздаточная предназначена для разворота оси вращения в пространстве на 90°. Коробка раздаточная расположена на заднем фланце коробки приводов в положении 8 часов. На корпусе коробки раздаточной выполнены два монтажных узла, при помощи которых осуществляется крепление коробки к корпусу вентилятора.

Коробка приводов представляет из себя редуктор, распределяющий механическую энергию между агрегатами двигателя и систем самолета. Коробка приводов предназначена для крепления агрегатов двигателя и систем самолета, передачи механической энергии на агрегаты двигателя и систем самолета, прокрутки ротора высокого давления во время технического обслуживания, а так же для запуска двигателя.

Коробка приводов расположена на корпусе вентилятора в положении от 6 часов до 9 часов под левым капотом вентилятора. На корпусе коробки приводов выполнены монтажные узлы, при помощи которых осуществляется крепление коробки к корпусу вентилятора.

На корпусе коробки приводов размещены следующие агрегаты двигателя: (рис. 25):

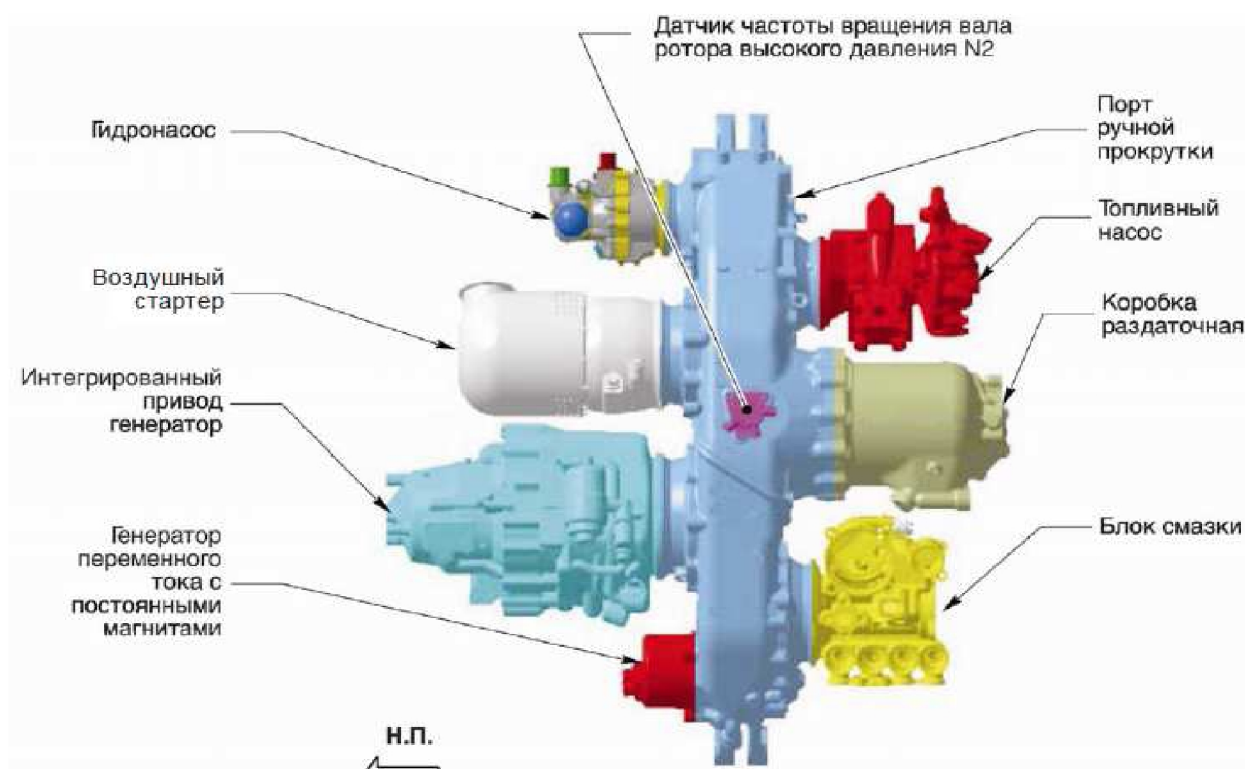


Рисунок 25. Агрегаты, размещенные на коробке приводов

На передней стороне (сверху вниз): гидронасос, воздушный стартер, интегрированный привод генератор, генератор переменного тока с постоянными магнитами.

На задней стороне (сверху вниз): порт ручной прокрутки, топливный насос, коробка раздаточная, блок смазки.

На внешней стороне: датчик частоты вращения ротора высокого давления (Датчик N2).

Список использованных источников

1. Руководство по технической эксплуатации самолета RRJ-95B/LR/
Раздел 72 – Газотурбинный двигатель SaM 146. ЗАО ГСС, 2008.