

**Приложение к заявке АО «ОДК-Климов»**  
**на участие в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2017 года в**  
**номинации № 7 «За успехи в выполнении государственного оборонного**  
**заказа»**

**Наименование разработки:**

**«Разработка турбовинтового двигателя со свободной турбиной**  
**ТВ7-117СТ для военно-транспортного самолета Ил-112В»**

Турбовинтовой двигатель со свободной турбиной ТВ7-117СТ разработан в АО «ОДК-Климов» в рамках СЧ ОКР «Разработка турбовинтового двигателя со свободной турбиной ТВ7-117СТ для самолета Ил-112В» на основании:

- Решения заместителя МО РФ от 04.09.2013г.;
- Тактико-технического задания на ОКР по ЛВТС, утвержденное МО РФ от 30 октября 2013г.;
- Дополнения №1 к тактико-техническому заданию от 28.10.2014г.;
- Государственный контракт №Н/4/4-14-ДОГОЗ от 14.11.2014г.

Двигатель разработан на базе серийного турбовинтового двигателя со свободной турбиной ТВ7-117С и предназначен для совместной работы с воздушным винтом АВ-112 в составе силовой установки самолета Ил-112В.

Особенностью конструкции двигателя является наличие в нем свободной турбины для привода вала воздушного винта, не связанной кинематически с турбокомпрессором.

На самолете устанавливаются два взаимозаменяемых двигателя, которые размещаются в двух мотогондолах.

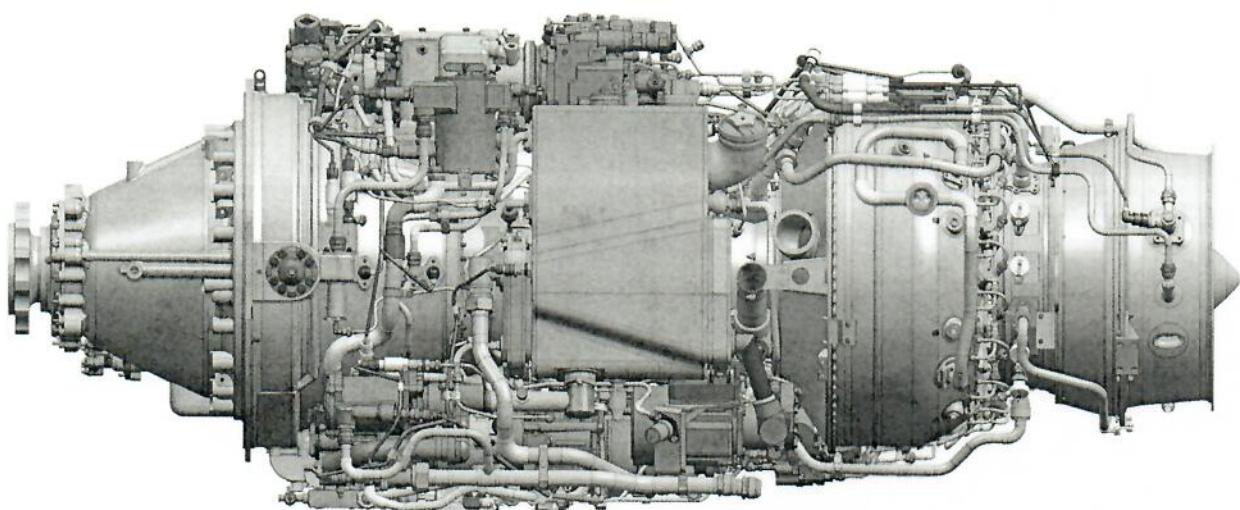
Для изменения направления тяги воздушного винта на двигателе предусмотрен реверс.

**Основные отличия ТВ7-117СТ от ТВ7-117С:**

- увеличена мощность на взлётном режиме с 2500 до 2900 л.с.;
- введён чрезвычайный режим мощностью 3326 л.с.;
- снижена масса двигателя и повышен ресурс;
- установлен новый электрогенератор и гидронасос;
- применён электронный регулятор САУ, выполненный на современной элементной базе (БАРК-65);
- применён новый малошумный воздушный винт АВ-112 с синхрофазированием вращения винтов левого и правого двигателей, а также введено торможение при не работающим двигателем на стоянке.

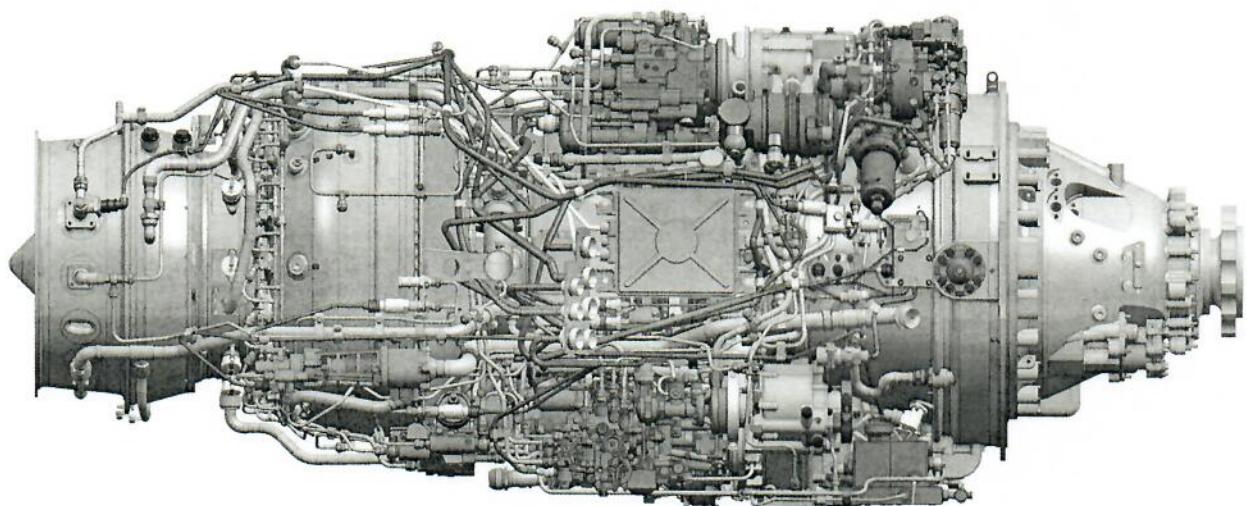
По своим техническим данным и эксплуатационным качествам двигатель соответствует современным техническим требованиям, предъявляемым к двигателям данного класса.

Внешний вид двигателя показан на рис. 1 и 2.



Двигатель (вид слева)

Рис. 1



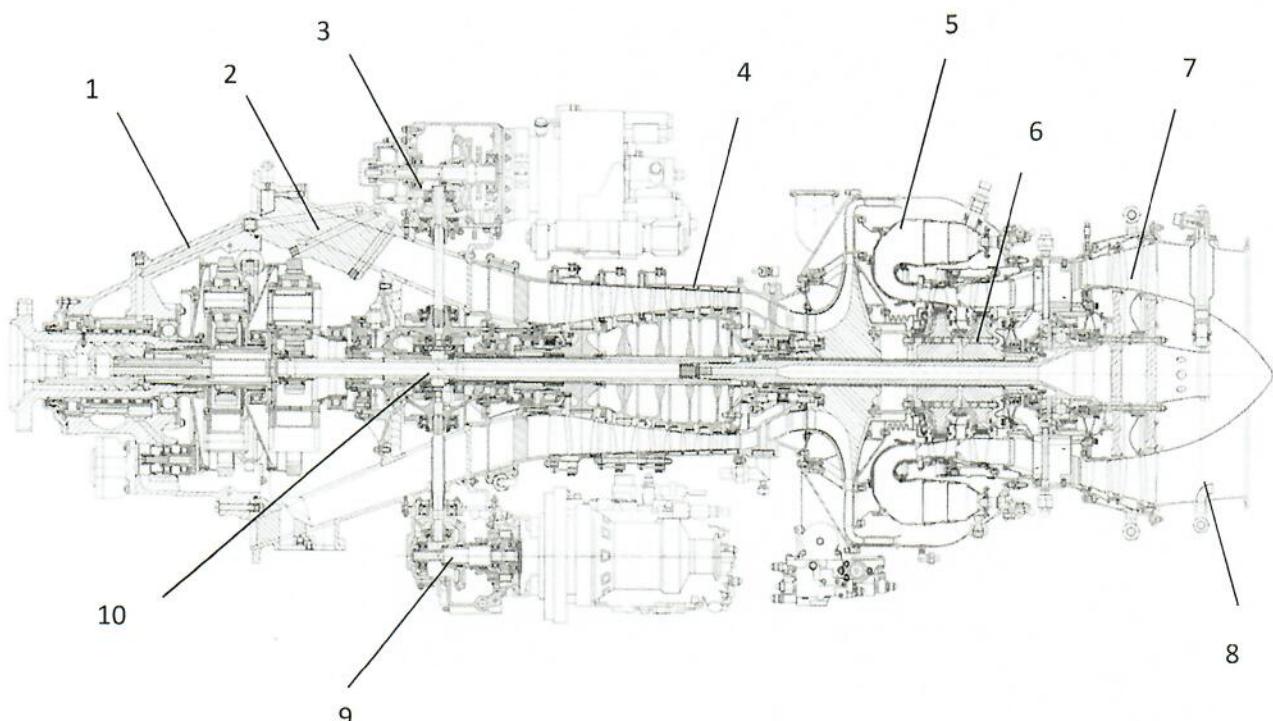
Двигатель (вид справа)

Рис. 2

## **Двигатель состоит из следующих узлов:**

- редуктора;
- входного корпуса;
- центрального привода;
- верхней коробки приводов;
- нижней коробки приводов;
- осевого компрессора;
- турбокомпрессора (центробежная ступень компрессора, камера сгорания и турбина компрессора);
- свободной турбины;
- выходного устройства.

Продольный разрез двигателя приведен на рисунке 3.



- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Редуктор                 | 6. Турбина компрессора     |
| 2. Входной корпус           | 7. Свободная турбина       |
| 3. Верхняя коробка приводов | 8. Выходное устройство     |
| 4. Компрессор               | 9. Нижняя коробка приводов |
| 5. Камера сгорания          | 10. Центральный привод     |

Продольный разрез двигателя ТВ7-117СТ

Рис. 3

Редуктор предназначен для передачи мощности свободной турбины на воздушный винт.

Входной корпус расположен между редуктором и компрессором. Внутри входного корпуса размещен центральный привод.

Центральный привод (ЦП) предназначен для отбора и передачи мощности от вала турбокомпрессора на нижнюю коробку приводов и от вала свободной турбины на верхнюю коробку приводов.

Верхняя коробка приводов (ВКП) предназначена для размещения и крепления регулятора винта, самолетного генератора и стояночного тормоза винта.

Нижняя коробка приводов (НКП) предназначена для размещения и обеспечения работы двигательных агрегатов и самолетного питающего насоса.

Компрессор – однокаскадный, осцентробежный; состоит из пяти осевых ступеней и одной центробежной.

Камера сгорания – противоточная, жаровая труба – кольцевого типа. Форсунки – одиночные, двухконтурные, двухсопловые, центробежные.

Турбина компрессора – осевая, двухступенчатая, с охлаждаемыми сопловыми и рабочими лопатками обеих ступеней.

Свободная турбина (СТ) – осевая, двухступенчатая, с неохлаждаемыми сопловыми и рабочими лопатками.

Для обеспечения работоспособности двигатель оснащен следующими системами:

- электрических коммуникаций;
- смазки и суфлирования (масляной системой);
- топливной, включающей в себя топливопитающие и регулирующие агрегаты, а также дренажную систему;
- отбора воздуха, включающей в себя системы: противообледенительную (ПОС), кондиционирования воздуха (СКВ), управления компрессором, наддува опор двигателя, охлаждения;
- запуска, включающей в себя систему раскрутки и зажигания;
- автоматического управления и регулирования, включающей в себя блок автоматического регулирования и контроля БАРК-65СТМ.

## **Работа двигателя**

Атмосферный воздух, поступающий через воздухозаборник самолета на вход двигателя, проходит через входной корпус в компрессор. В компрессоре воздух сжимается и поступает в камеру сгорания, где, перемешиваясь с распыленным форсунками топливом, образует топливо-воздушную смесь. В результате сгорания топливовоздушной смеси температура газового потока повышается. Газ поступает в турбину компрессора, где энергия газового потока преобразуется в механическую работу, используемую для привода ротора компрессора и агрегатов. Далее газ поступает в свободную турбину.

Крутящий момент, развиваемый свободной турбиной, передается на редуктор, обеспечивая вращение воздушного винта. Кинетическая энергия газов, выходящих из двигателя, создает реактивную тягу, которая вместе с тягой от воздушного винта составляет суммарную тягу силовой установки.

## **Основные технические данные и эксплуатационные ограничения**

Условное обозначение двигателя	ТВ7-117СТ
.....	
Тип двигателя	турбовинтовой со свободной турбиной
.....	
Направления вращения роторов и воздушного винта (по полету)	против часовой стрелки
.....	
Габаритные размеры, мм:	
– длина двигателя .....	2151
– максимальный наружный размер .....	950
– положение центра масс двигателя от плоскости крепления передней подвески	600±25
.....	
Масса двигателя (по ГОСТ 17106-90), кг:	
– поставочная .....	670 <sup>+2%</sup>
– сухая .....,,,,	510 <sup>+2%</sup>

## Основные параметры работы двигателя

Основные параметры работы двигателя на основной (электронной) части САУ в условиях СА, при  $H = 0$ ,  $V = 0$  (приведены без учета: потерь давления в самолетном воздухозаборном и выходном устройствах; отбора воздуха на СКВ и ПОС самолета; отбора мощности на самолетные агрегаты) приведены в таблице 1.

Таблица 1.1

Режим работы двигателя	Мощность на выводном валу двигателя $N_B$ , л.с. (кВт)	Частота вращения		Температура газа перед свободной турбиной $t_f$ , °C	Удельный расход топлива $C_e$ , г/л.с.·ч (г/кВт·ч)
		Ротора турбокомпрессора $n_{TK}$ , %	Ротора свободной турбины $n_{CT}$ , %		
Повышенный чрезвычайный (ПЧР)	3326 (2446)	101	100±0,5	805	—
Чрезвычайный (ЧР)	3326 (2446)	101	100±0,5	805	—
Максимальный взлетный (МВЗЛ)	3100 (2280)	99,5	100±0,5	780	—
Взлетный (ВЗЛ)	2900 (2133)	98,5	100±0,5	765	200 (272)
Максимальный продолжительный (МП)	2400 (1766)	96	100±0,5	715	—
Крейсерский (КР)	2000 (1471)	94	91,7±0,5	680	221 (301)
Полетный малый газ (ПМГ)	200 (147) не более	77	91,7±0,5	470	—
Земной малый газ (ЗМГ)	200 (147) не более	77	87,5±0,5	470	—
Реверсирования тяги (РЕВ) *	$500^{+50}_{-170}$ ( $368^{+37}_{-125}$ )	83	91,7±0,5	500	—

\* – Параметры приведены для сведения и определяются упором ф<sub>РЕВ</sub> винта АВ-112.

Основные параметры работы двигателя на резервной (гидромеханической) части САУ в условиях  $P_H = 760$  мм рт. ст., при  $H = 0$ ,  $V = 0$  приведены в таблице 2.

Таблица 2

Режим работы двигателя	Мощность на выводном валу двигателя $N_B$ , л.с. (кВт)	Частота вращения	
		Ротора турбокомпрессора $n_{TK}$ , %	Ротора свободной турбины $n_{CT}$ , %
ВЗЛ	от $2600^{+240}$ ( $1913^{+176}$ ) до $2320^{+200}$ ( $1707^{+147}$ )	от 86,5 до 101	100±2
ЗМГ	от $320^{+60}$ ( $236^{+44}$ ) до $244^{+60}$ ( $152^{+44}$ )	от 73 до 85	100±2

## Параметры двигателя, обеспечиваемые в эксплуатации

В полете при  $H = 6000$  м и  $V = 550$  км/ч в условиях СА, при отсутствии потерь давления до входа в двигатель и на выходе из двигателя, при отсутствии отборов от двигателя механической мощности и сжатого воздуха на нужды самолета двигатель на режиме КР должен обеспечивать мощность NB не менее 2000 л.с. при расходе топлива Сe (с учетом реактивной тяги двигателя) не более 176 г/л.с.·ч (при  $nCT = 91,6 \pm 0,5\%$ ).

## Ресурсы двигателя и допустимые наработки

Ресурсы двигателя, его модулей, агрегатов и комплектующих изделий, полетных циклов/ч:

- полный назначенный горячей части - 12000/12000;
- полный назначенный холодной части - 20000/20000;
- до первого капитального ремонта и межремонтный - 6000/6000;

Наработка двигателя на режимах за ресурс, поддержание мощности на режимах приведены в таблице 3.

Таблица 3

Режим работы двигателя	Мощность на выводном валу двигателя $N_B$ , л.с. (кВт)	Поддержание мощности до температуры окружающего воздуха, $t_H$ , °C	Допустимое время непрерывной работы, мин	Допустимая наработка за ресурс для первого капитального ремонта (межремонтного) (на этапе ГСИ)
ПЧР	3600 (2650)	до +6	2,5	2,5 мин – одно включение с последующим съемом с эксплуатации
ЧР	3500 (2576)	до +9	2,5	7,5 мин (не более 4 включений и с осмотром двигателя после применения режима)
МВЗЛ	3100 (2282)	до +22	6	1,04 ч, из них 16 мин при $T_{\text{макс}}$
ВЗЛ	2900 (2134)	до +30	6	4,2 ч, из них 1,04 ч при $T_{\text{макс}}$
			от 6 до 15	2,1 ч (в счет 4,2 ч работы по 6 мин)
			30 (при отказе 2-го двигателя)	Один раз (в счет 2,1 ч работы по 15 мин)
			90 (при отказе 2-го двигателя)	Один раз с последующим съемом двигателя
МП	2400 (1766)	до +35	не ограничено	25%
КР	2000 (1472)	до +35	не ограничено	не ограничено

ПМГ	200 (147) не более	СА	не ограничено	не ограничено
ЗМГ	200 (147) не более	СА	20	не ограничено
РЕВ	500 <sup>+50</sup> <sub>-170</sub> (368 <sup>+37</sup> <sub>-125</sub> )	СА	3	не ограничено

### Ограничения по параметрам двигателя

Максимально допустимые замеренные параметры двигателя по режимам в эксплуатационном диапазоне скоростей и высот полета приведены в таблице 4.

Таблица 4

Режим работы двигателя	Температура газа перед свободной турбиной по БАРК-65СТМ, °C	Частота вращения ротора турбокомпрессора, %
ПЧР	805	101
ЧР	805	101
МВЗЛ и ВЗЛ (при работе на резервной САУ)	805	101
ВЗЛ	808	101
МП	775	100
КР	740	98

Максимальная измеренная мощность двигателя  
в любых высотно-климатических условиях ..... 3750 л.с. (2760 кВт)

Максимально допустимая  $t_G$  на запуске ..... не более 700 °C

Максимально допустимая частота вращения  $n_{CT}$  (при работе на основной САУ ),%:

- в полете на установившихся режимах .....  $100^{+0,5}$
- в полете на переменных режимах (на время не более 5 с) ....  $100^{+6}$
- на посадке (на время не более 3 с) .....  $100^{+6*}$

\* уточняется по результатам летных испытаний

Максимально допустимая частота вращения  $n_{CT}$  (при работе на резервной САУ ),%:

При работе на САУ

- в полете на установившихся режимах .....  $100^{\pm 2}$
- в полете на переменных режимах в особых условиях эксплуатации при возмущенной атмосфере (на время не более 10 с) .....  $100^{\pm 6}$

**Марки применяемых топлив и масел**

Топлива:

- основное ..... ТС-1 ГОСТ 10227-86
- дублирующее ..... РТ ГОСТ 10227-86
- резервное ..... Т-2 ГОСТ 10227-86

Масла:

- основное ..... ЛЗ-240 по ТУ 301.04-010-92
- дублирующее ..... Б-3В по ТУ 38.101295-85
- резервное ..... ИПМ-10 по ТУ 38.1011299-2006

Расход масла ..... не более 0,4 л/ч

**Система запуска**

Режим работы стартера – повторно-кратковременный.

Запуск двигателя обеспечивается до высоты, м:

- на земле ..... 2000
- в полете (в диапазоне скоростей 250..450 км/час) ..... 6000

Количество запусков двигателя на каждые 100 полетных циклов .

не менее 110

## **Система ПОС**

Количество воздуха, отбираемого от двигателя на ПОС воздухозаборника самолета на всех режимах ....	не более 0,1 кг/с
Давление воздуха на выходе из редукционно-отсечного клапана .....	2...5,5 кгс/см <sup>2</sup>
Максимальная температура отбираемого воздуха при $t_H$ до +10 °C .....	400 °C

## **Система СКВ**

Количество воздуха, отбираемого от двигателя на СКВ самолета на всех режимах .....	не более 0,2 кг/с
--	-------------------

## **Система автоматического управления и контроля**

Система автоматического управления и контроля (далее САУ) предназначена для управления двигателем ТВ7-117СТ и его системами во всех ожидаемых условиях эксплуатации, а также для контроля и диагностики технического состояния двигателя, формирования и выдачи информационных сигналов о состоянии двигателя и его систем в системы самолета и наземного обслуживания.

САУ выполнена электронно-гидромеханической. При работе в штатном режиме гидромеханическая часть является исполнительным органом электронной части системы. При отказе электроники гидромеханическая часть обеспечивает управление режимами двигателя по упрощенным законам. С электронной частью САУ интегрирована система контроля двигателя. С гидромеханической частью интегрированы топливная система и система дренажа.

## **Условия эксплуатации двигателя**

Диапазон высот полета ..... -300...8000 м

Максимальная скорость полета ..... 650 км/ч

Барометрическое давление ..... во всем диапазоне высот в соответствии со стандартной атмосферой (СА) по ГОСТ 4401-81

Эксплуатационный диапазон температур наружного воздуха:

- у земли ..... -34...+38 °C
- по высоте ..... ограничен линиями «Минимальные для арктических условий» и «Максимальные для тропических условий» в соответствии с условной атмосферой ИКАО (DOC-9051-AN/896)

Создание двигателя ТВ7-117СТ с улучшенными эксплуатационно-техническими характеристиками – это важное достижение, которое показывает, что далеко не все возможности двигателей семейства ТВ7-117 исчерпаны и доказывают, что АО «ОДК-Климов» является достойным претендентом на участие в столь престижном конкурсе в области авиастроения «Авиастроитель года» в номинации № 7 «За успехи в выполнении государственного оборонного заказа».