

УДК 62-52:621.438:629.7

Группа Д15

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОСТ 1 02531-84

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

На 15 страницах

Точность регулирования

Введен впервые

ОКСТУ 7540

Распоряжением Министерства от 25 декабря 1984 г. № 298-65

срок введения установлен с 1 января 1986 г.

Настоящий стандарт распространяется на системы автоматического управления (САУ) авиационных газотурбинных двигателей (ГТД), предназначенных для применения на самолетах (вертолетах), и устанавливает характеристики погрешности регулирования и их оценку.

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Издание официальное

ГР 8345526 от 26.03.85

Перепечатка воспрещена



3.5.1. Условие удовлетворения требований ТЗ при оценке приведенной статической погрешности регулирования:

$$\left| \delta P_{ст} \pm \delta P_{ст} \right| \leq \left| \delta P_{ст}^{пред} \right|, \quad (1)$$

где $\delta P_{ст}$ - приведенная погрешность измерения параметров, влияющих на статическую погрешность регулирования, %;

$\delta P_{ст}^{пред}$ - предельно допустимая приведенная статическая погрешность регулирования, %.

Приведенная статическая погрешность регулирования рассчитывается по формуле:

$$\delta P_{ст} = \frac{P_{ст} - P_{ст}^{прогр}}{P_{\delta}} \cdot 100;$$

где $P_{ст}$ - значение регулируемого параметра P на данном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин);

$P_{ст}^{прогр}$ - программное значение регулируемого параметра на данном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

Результат прямых измерений (регистрации) регулируемого параметра на данном установившемся режиме работы САУ ГТД:

$$(P_{ст} \pm \Delta P_{ст}, \rho),$$

где $\Delta P_{ст}$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) регулируемого параметра на данном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин);

ρ - доверительная вероятность ($\rho = 0,95$ - для серийных САУ ГТД;

$\rho = 0,99$ - для опытных САУ ГТД).

Результат косвенного измерения программного значения регулируемого параметра по данным прямых измерений (регистрации) управляющих параметров на данном установившемся режиме работы САУ ГТД:

$$(P_{ст}^{прогр} \pm \Delta P_{ст}^{прогр}, \rho),$$

где $\Delta P_{ст}^{прогр}$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) программного значения регулируемого параметра на данном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

№ изм.

№ изм.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Приведенная погрешность δP_{cm} определяется по абсолютным погрешностям измерений ΔP_{cm} и $\Delta P_{cm}^{прогр}$ по формуле:

$$\delta P_{cm} = \sqrt{\left(\frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}}\right)^2 \Delta P_{cm}^2 + \left(\frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}^{прогр}}\right)^2 (\Delta P_{cm}^{прогр})^2}, \quad (2)$$

где $\frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}}$, $\frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}^{прогр}}$ - частные производные δP_{cm} по P_{cm} , $P_{cm}^{прогр}$

$$\left(\frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}} = \frac{100}{P_{\delta}} ; \frac{\partial(\delta P_{cm})}{\partial P_{cm}^{прогр}} = - \frac{100}{P_{\delta}} \right).$$

3.5.2. Условие удовлетворения требований ТЗ при оценке приведенного размаха колебаний регулируемого параметра:

$$| \delta A_n \pm \delta A_n | \leq | \delta A_n^{пред} |, \quad (3)$$

где δA_n - приведенная погрешность измерения (регистрации) параметров, влияющих на размах колебаний регулируемого параметра, %;
 $\delta A_n^{пред}$ - предельно допустимый приведенный размах колебаний регулируемого параметра, %.

Приведенный размах колебаний регулируемого параметра в случае колебательного установившегося режима определяется по формуле:

$$\delta A_n = \frac{P^{max} - P^{min}}{P_{\delta}} \cdot 100 ;$$

где P^{max} и P^{min} - максимальное и минимальное значения регулируемого параметра в колебательном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

Результаты прямого измерения (регистрации) максимального и минимального значений регулируемого параметра в колебательном установившемся режиме работы САУ ГТД по данным взятых подряд полных колебаний в количестве, соответствующем вероятности P :

$$(P^{max} \pm \Delta P^{max}, P) \text{ и } (P^{min} \pm \Delta P^{min}, P),$$

где ΔP^{max} и ΔP^{min} - абсолютные погрешности измерения (регистрации) максимального и минимального значений регулируемого параметра в колебательном установившемся режиме работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Приведенная погрешность δA_n определяется по абсолютным погрешностям измерений $\Delta \Pi^{max}$ и $\Delta \Pi^{min}$ по формуле:

$$\delta A_n = \sqrt{\left(\frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{max}}\right)^2 (\Delta \Pi^{max})^2 + \left(\frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{min}}\right)^2 (\Delta \Pi^{min})^2}, \quad (4)$$

где $\frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{max}}$, $\frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{min}}$ - частные производные δA_n по Π^{max} и Π^{min}

$$\left(\frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{max}} = \frac{100}{\Pi \delta}; \quad \frac{\partial(\delta A_n)}{\partial \Pi^{min}} = -\frac{100}{\Pi \delta}\right).$$

3.5.3. Границы предельно допустимых значений приведенной динамической погрешности регулирования определяются по формуле:

$$\delta \Pi_{дин}^{пред}(t) = -C \wedge D, \quad (5)$$

где $\delta \Pi_{дин}^{пред}$ - предельно допустимая приведенная динамическая погрешность регулирования, %;

C - нижняя граница предельно допустимых значений приведенной динамической погрешности регулирования, %;

D - верхняя граница предельно допустимых значений приведенной динамической погрешности регулирования, %;

\wedge - соответствует "и".

Границы предельно допустимых значений длительности приведенной динамической погрешности регулирования определяются по формуле:

$$\Delta t_{дин}^{min} = E \wedge F, \quad (6)$$

где $\Delta t_{дин}^{min}$ - предельно допустимая длительность динамической погрешности, с;

E - значение длительности предельно допустимой отрицательной ($-C$) приведенной динамической погрешности регулирования, с;

F - значение длительности предельно допустимой положительной (D) приведенной динамической погрешности регулирования, с.

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Условие удовлетворения требований ТЗ при оценке приведенной динамической погрешности регулирования и длительности динамической погрешности:

$$\delta \Pi_{\text{дин}}(t) \pm \delta \Pi_{\text{дин}}(t) \leq \delta \Pi_{\text{дин}}^{\text{пред}}(t) \quad (7)$$

при $\Delta t_{\text{дин}} \pm \Delta(\Delta t_{\text{дин}}) \leq \Delta t_{\text{дин}}^{\text{min}}$,

или $\Delta t_{\text{дин}} \pm \Delta(\Delta t_{\text{дин}}) \leq \frac{CE}{|\delta \Pi_{\text{дин}}(t)|^{\text{max}}} \wedge \frac{DF}{|\delta \Pi_{\text{дин}}(t)|^{\text{max}}}$

при условии $\Delta t_{\text{дин}} \pm \Delta(\Delta t_{\text{дин}}) \leq \Delta t_{\text{дин}}^{\text{пред}}$,

где $\delta \Pi_{\text{дин}}(t)$ - приведенная погрешность измерения (регистрации) параметров, влияющих на динамическую погрешность регулирования, %;

$\Delta(\Delta t_{\text{дин}})$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) длительности динамической погрешности, с;

$|\delta \Pi_{\text{дин}}(t)|^{\text{max}}$ - максимальное по модулю значение приведенной динамической погрешности регулирования для нового значения длительности $\Delta t_{\text{дин}}$, %;

$\Delta t_{\text{дин}}^{\text{пред}}$ - максимально допустимое значение длительности динамической погрешности регулирования, с.

Приведенная динамическая погрешность регулирования определяется по формуле:

$$\delta \Pi_{\text{дин}}(t) = \frac{p(t) - p^{\text{прогр}}(t)}{p_{\delta}} \cdot 100, \quad (8)$$

где $p(t)$ - значение регулируемого параметра переходного режима работы САУ ГТД в момент времени t (в единицах физических величин);

$p^{\text{прогр}}(t)$ - программное значение регулируемого параметра переходного режима работы САУ ГТД в момент времени t (в единицах физических величин).

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Результат прямого измерения (регистрации) мгновенного значения регулируемого параметра в момент времени t данного переходного режима работы САУ ГТД:

$$n(t) \pm \Delta n(t),$$

где $\Delta n(t)$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) мгновенного значения регулируемого параметра в момент времени t данного переходного режима работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

Результат косвенного измерения программного значения регулируемого параметра по данным прямых измерений (регистрации) мгновенных значений управляющих параметров в момент времени t данного переходного режима работы САУ ГТД:

$$n^{\text{прогр}}(t) \pm \Delta n^{\text{прогр}}(t),$$

где $\Delta n^{\text{прогр}}(t)$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) программного значения регулируемого параметра в момент времени t данного переходного режима работы САУ ГТД (в единицах физических величин).

Величина $\Delta t_{\text{дин}} \pm \Delta(\Delta t_{\text{дин}})$ - результат измерения интервала времени между ближайшими значениями $\delta n_{\text{дин}}^{\text{пред}}(t) = |\delta n_{\text{ст}}^{\text{пред}}|$ в моменты времени

t_H и t_K ,

где t_H - начало временного интервала измерения динамической погрешности, с;

t_K - конец временного интервала измерения динамической погрешности, с.

Значения $\Delta(\Delta t_{\text{дин}})$, Δt_H , Δt_K - абсолютные погрешности результатов измерения $\Delta t_{\text{дин}}$, t_H , t_K .

Погрешности $\delta n_{\text{дин}}(t)$ и $\Delta(\Delta t_{\text{дин}})$ результатов измерений $\delta n_{\text{дин}}^{\text{пред}}(t)$ и $\Delta t_{\text{дин}}$ определяются по абсолютным погрешностям измерений $\Delta n_{\text{дин}}(t)$ и $\Delta n^{\text{прогр}}(t)$, Δt_H , Δt_K по формулам:

$$\delta n_{\text{дин}}(t) = \sqrt{\left(\frac{\partial(\delta n_{\text{дин}}^{\text{пред}}(t))}{\partial n(t)}\right)^2 (\Delta n(t))^2 + \left(\frac{\partial(\delta n_{\text{дин}}^{\text{пред}}(t))}{\partial n^{\text{прогр}}(t)}\right)^2 (\Delta n^{\text{прогр}}(t))^2}, \quad (9)$$

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

$$\Delta(\Delta t_{\text{дин}}) = \sqrt{(\Delta t_{\text{к}})^2 + (\Delta t_{\text{н}})^2}, \quad (10)$$

где $\frac{\partial(\delta \Pi_{\text{дин}}(t))}{\partial \Pi(t)}$, $\frac{\partial(\delta \Pi_{\text{дин}}(t))}{\partial \Pi^{\text{прогр}}(t)}$ - частные производные $\delta \Pi_{\text{дин}}(t)$ по $\Pi(t)$ и $\Pi^{\text{прогр}}(t)$

$$\left(\begin{aligned} \frac{\partial(\delta \Pi_{\text{дин}}(t))}{\partial \Pi(t)} &= \frac{100}{\Pi_{\delta}(t)} ; \\ \frac{\partial(\delta \Pi_{\text{дин}}(t))}{\partial \Pi^{\text{прогр}}(t)} &= - \frac{100}{\Pi_{\delta}(t)} \end{aligned} \right).$$

3.5.4. Границы предельно допустимых значений приведенного превышения и приведенного снижения регулируемого параметра определяются по формуле:

$$\delta \Pi^{\text{пред}}(t) = -K \wedge I, \quad (11)$$

где $\delta \Pi^{\text{пред}}(t)$ - предельно допустимое приведенное превышение (снижение) регулируемого параметра, %;

I - предельно допустимое значение приведенного превышения регулируемого параметра, %;

K - предельно допустимое значение приведенного снижения регулируемого параметра, %.

Границы предельно допустимых значений длительности приведенного превышения и приведенного снижения - регулируемого параметра определяются по формуле:

$$\Delta t^{\text{min}} = R \wedge L, \quad (12)$$

где Δt^{min} - предельно допустимая длительность превышения (снижения) регулируемого параметра, с;

R - значение длительности предельно допустимого приведенного превышения регулируемого параметра, с;

L - значение длительности предельно допустимого приведенного снижения регулируемого параметра, с.

Условие удовлетворения требований ТЗ при оценке приведенного превышения (снижения) регулируемого параметра и длительности превышения (снижения) регулируемого параметра:

$$|\delta \Pi(t) \pm \delta \Pi(t)| \leq |\delta \Pi^{\text{пред}}(t)| \quad (13)$$

при $\Delta t \pm \Delta(\Delta t) \leq \Delta t^{\text{min}}$

или
$$\Delta t \pm \Delta(\Delta t) \leq \frac{I R}{|\delta \Pi(t)|^{max}} \wedge \frac{K L}{|\delta \Pi(t)|^{max}}$$

при условии $\Delta t \pm \Delta(\Delta t) \leq \Delta t^{пред}$,

где $\delta \Pi_{дин}(t)$ - приведенная погрешность измерения (регистрации) параметров, влияющих на превышение (снижение) регулируемого параметра, %;

$\Delta(\Delta t)$ - абсолютная погрешность измерения (регистрации) длительности превышения (снижения) регулируемого параметра, с;

$|\delta \Pi(t)|^{max}$ - максимальное по модулю значение приведенного превышения (снижения) регулируемого параметра для нового значения длительности Δt , %;

$\Delta t^{пред}$ - максимально допустимое значение длительности превышения (снижения) регулируемого параметра, с.

Приведенное превышение (снижение) регулируемого параметра определяется по формуле:

$$\delta \Pi(t) = \frac{\Pi(t) - \Pi_{см}}{\Pi_{\delta}} \cdot 100.$$

Результат прямых измерений (регистрации) регулируемого параметра на новом установившемся режиме работы САУ ГТД:

$$(\Pi_{см} \pm \Delta \Pi_{см}, \rho).$$

Величина $\Delta t \pm \Delta(\Delta t)$ - результат измерения интервала времени между двумя ближайшими значениями $\delta \Pi(t) = |\delta \Pi_{см}^{пред}|$ в моменты времени t_m и t_n , где t_m - начало временного интервала измерения превышения (снижения) регулируемого параметра, с;

t_n - конец временного интервала измерения превышения (снижения) регулируемого параметра, с.

Значения $\Delta(\Delta t)$, Δt_m , Δt_n - погрешности результатов измерения Δt , t_m , t_n .

Погрешности $\delta \Pi(t)$ и $\Delta(\Delta t)$ результатов измерений $\delta \Pi(t)$ и Δt определяются по абсолютным погрешностям измерений $\Delta \Pi(t)$ и $\Delta \Pi_{см}$, Δt_m и Δt_n по формулам:

$$\delta \Pi(t) = \sqrt{\left(\frac{\partial(\delta \Pi(t))}{\partial \Pi(t)}\right)^2 (\Delta \Pi(t))^2 + \left(\frac{\partial(\delta \Pi(t))}{\partial \Pi_{см}}\right)^2 (\Delta \Pi_{см})^2}, \quad (14)$$

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

$$\Delta(\Delta t) = \sqrt{(\Delta t_n)^2 + (\Delta t_m)^2}, \quad (15)$$

где $\frac{\partial(\delta\pi(t))}{\partial\pi(t)}$ и $\frac{\partial(\delta\pi(t))}{\partial\pi_{cm}}$ - частные производные $\delta\pi(t)$ по $\pi(t)$ и π_{cm}

$$\left(\frac{\partial(\delta\pi(t))}{\partial\pi(t)} = \frac{100}{\pi_{\delta}(t)}, \quad \frac{\partial(\delta\pi(t))}{\partial\pi_{cm}} = - \frac{100}{\pi_{\delta}(t)} \right).$$

№ изм.

№ изв.

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

5311

ПРИЛОЖЕНИЕ

Справочное

ТЕРМИНЫ И ПОЯСНЕНИЯ

Термин	Пояснение
Система автоматического управления (САУ) авиационного ГТД	Совокупность измерительных, преобразующих, счетно-решающих, исполнительных устройств и топливо-регулирующей аппаратуры, автоматически обеспечивающих формирование и выполнение с требуемой точностью заданных программ регулирования двигателя
Базовое значение управляющего параметра	Принятое за 100 % максимальное значение управляющего параметра
Возмущающее воздействие	Фактор, нарушающий требуемую функциональную связь между регулируемым и управляющим параметрами
Длительность динамической погрешности	Интервал времени, в течение которого значение приведенной динамической погрешности по абсолютной величине выходит за границы предельно допустимой приведенной статической погрешности регулирования
Длительность превышения (снижения) регулируемого параметра	Интервал времени, в течение которого значение приведенного превышения (снижения) регулируемого параметра по абсолютной величине выходит за границы предельно допустимой приведенной статической погрешности регулирования
Приведенная динамическая погрешность регулирования	Выраженное в процентах отношение разности между измеренным значением регулируемого параметра и его текущим программным значением в данный момент времени переходного режима САУ ГТД к базовому значению регулируемого параметра
Приведенное превышение (снижение) регулируемого параметра	Выраженное в процентах отношение превышения (снижения) регулируемого параметра к базовому значению регулируемого параметра
Приведенный размах колебаний регулируемого параметра в колебательном установившемся режиме	Выраженное в процентах отношение разности между максимальным и минимальным измеренными значениями регулируемого параметра в течение одного полного колебания к базовому значению регулируемого параметра

№ изм.

№ изв.

5311

Инв. № дубликата

Инв. № подлинника

Продолжение

	Термин	Пояснение
	Приведенная статическая погрешность регулирования	Выраженное в процентах отношение разности между измеренным значением регулируемого параметра и его измеренным программным значением на данном установившемся режиме к базовому значению регулируемого параметра
	Переходной режим САУ авиационного ГТД	Процесс изменения во времени регулируемых параметров авиационного ГТД под влиянием управляющих параметров и возмущающих воздействий
	Погрешность регулирования САУ авиационного ГТД	Отличие измеренного значения регулируемого параметра от его программного значения в рабочих условиях эксплуатации ГТД
	Превышение регулируемого параметра	Превышение значения регулируемого параметра ГТД в переходном режиме относительно его значения на новом установившемся режиме
	Программа регулирования авиационного ГТД	Принятая зависимость изменения регулируемых параметров авиационного ГТД от управляющих параметров
	Регулирование авиационного ГТД	По ГОСТ 23851-79
	Регулируемый параметр авиационного ГТД	Параметр ГТД, данные о котором поступают на вход системы управления и значение которого поддерживается системой в соответствии с заложенной в нее программой
№ изм.	Резервная система автоматического управления ГТД	Система автоматического управления, которая при отказе основной системы выполняет полный или ограниченный объем функций по управлению двигателем
№ изв.	Снижение регулируемого параметра	Снижение значения регулируемого параметра ГТД в переходном режиме относительно его значения на новом установившемся режиме
	Текущее значение управляющего параметра	Значение управляющего параметра в данный момент времени
	Текущее программное значение регулируемого параметра	Программное значение регулируемого параметра, определяемое текущими значениями управляющих параметров
Инв. № дубликата	Управляющий параметр	Параметр, определяемый условиями полета и положением рычага управления ГТД
Инв. № подлинника		

5311

Продолжение

Термин	Пояснение
Установившийся режим САУ авиационного ГТД Эксплуатационные режимы работы авиационного ГТД	Состояние САУ авиационного ГТД после окончания переходного режима, при котором средние значения регулируемых параметров не изменяются во времени По ГОСТ 23851-79

№ изм.	№ изм.
--------	--------

Инв. № дубликата	5311
Инв. № подлинника	

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изм.	Номера страниц				Номер "Изв. об изм."	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	изме- ненных	замене- нных	новых	анну- лиро- ванных				

Инв. № дубликата	
Инв. № подлинника	5311