УДК 681.2.083.8:536.5

Группа П22

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ОТРАСЛЕВАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ. ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Динамические характеристики

ОСТ 1 00334-79

На 12 страницах

Введен впервые

Распоряжением Министерства от 26 апреля 1979 г. № 087-16/2

Срок введения установлен с 1 января 1980 г.

Настоящий стандарт распространяется на датчики температуры, предназначенные для измерения температуры газовых и воздушных потоков в системах летательных аппаратов и силовых установок.

№ изм. № изв. 4084 № дубликата № подлинника

ание официальное ★ ГР 8132136 от 07.06.79 Перепечатка воспрещена

gost.e-ecolog.ru

Стандарт не распространяется на датчики температуры, которые являются нелинейными относительно информативного входного сигнала.

Стандарт устанавливает классификацию динамических характеристик датчиков температуры, их определение и формы представления в нормативно-технической документации.

Устанавливаемые стандартом динамические характеристики датчиков температуры необходимы для определения динамической погрешности измерений, а также для восстановления истинного значения температуры исследуемой среды.

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

1.1. Динамические характеристики датчиков температуры по виду экспериментальной переходной характеристики делятся на три группы:

- группа 1 – переходная характеристика – функция одной экспоненты;
- группа 2 – переходная характеристика – функция двух экспонент;
- группа 3 – переходная характеристика – функция трех экспонент.

1.2. Динамические характеристики датчиков температуры следует разделять по признаку полноты описания свойств на полные и частные.

1.3. К полным динамическим характеристикам датчиков температуры газовых потоков относятся:

- дифференциальное уравнение $D\,y$;
- импульсная переходная характеристика $g(\tau, \tau_0)$;
- переходная характеристика $h(\tau)$;
- передаточная функция $W(S)$;
- частотная характеристика (совокупность амплитудной и фазовой характеристик) $W(j\omega)$.

Уравнения динамических характеристик для каждой группы приведены в таблице.

1.4. К частным динамическим характеристикам датчиков температуры газовых потоков относятся:

- отдельные параметры полных динамических характеристик;
- время установления переходного процесса, определяемого параметрами переходной характеристики датчика;
- частотный диапазон работы датчика, определяемый его амплитудно-частотной характеристикой;
- показатели тепловой инерции.

Определение терминов, используемых в стандарте, приведено в справочном приложении 1.

№ изм. | № изв. | 4084 | Инв. № дубликата | Инв. № подлинника

Вид динамической характеристики	Уравнение динамической характеристики для группы		
	1	2	3
Дифференциальное уравнение	$T(\tau)+\varepsilon\frac{dT(\tau)}{d\tau}=T_c(\tau)$	$T(\tau)+B_1\frac{dT(\tau)}{d\tau}+B_2\frac{d^2T(\tau)}{d\tau^2}=T_c(\tau)+A\frac{dT_c(\tau)}{d\tau}$	$T(\tau)+D_1\frac{dT(\tau)}{d\tau}+D_2\frac{d^2T(\tau)}{d\tau^2}+D_3\frac{d^3T_c(\tau)}{d\tau^3}=$ $=T_c(\tau)+C_1\frac{dT_c(\tau)}{d\tau}+C_2\frac{d^2T_c(\tau)}{d\tau^2}$
Импульсная переходная характеристика	$me^{-(\tau-\tau_0)m}$	$(1-K)m_1e^{-(\tau-\tau_0)m_1}+Km_2e^{-(\tau-\tau_0)m_2}$	$Lm_1e^{-(\tau-\tau_0)m_1}+Nm_2e^{-(\tau-\tau_0)m_2}+$ $+Gm_3e^{-(\tau-\tau_0)m_3}$
Переходная характеристика	$1-e^{-\tau m}$	$(1-K)(1-e^{-\tau m_1})+K(1-e^{-\tau m_2})$	$L(1-e^{-\tau m_1})+N(1-e^{-\tau m_2})+G(1-e^{-\tau m_3})$
Передаточная функция	$\frac{1}{1+\varepsilon S}$	$\frac{1+AS}{(1+\varepsilon_1 S)(1+\varepsilon_2 S)}$	$\frac{1+C_1S+C_2S^2}{(1+\varepsilon_1 S)(1+\varepsilon_2 S)(1+\varepsilon_3 S)}$
Частотная характеристика	$\frac{1-j\omega\varepsilon}{1+\omega^2\varepsilon^2}$	$\frac{1-\omega^2(B_2-AB_1)}{(1+\omega^2\varepsilon_1^2)+(1+\omega^2\varepsilon_2^2)}+j\omega\frac{B_1+A(1-B_2\omega^2)}{(1+\omega^2\varepsilon_1^2)(1+\omega^2\varepsilon_2^2)}$	$\frac{(1-C_2\omega^2)(1-D_2\omega^2)-C_1\omega^2(D_3\omega^2-D_1)}{(1+\omega^2\varepsilon_1^2)(1+\omega^2\varepsilon_2^2)(1+\omega^2\varepsilon_3^2)}+$ $+j\omega\frac{C_1(1-D_2\omega^2)+(1-C_2\omega^2)(D_3\omega^2-D_1)}{(1+\omega^2\varepsilon_1^2)(1+\omega^2\varepsilon_2^2)(1+\omega^2\varepsilon_3^2)}$

№ изм. № изв. 4084 Инв. № дубликата Инв. № подлинника

2. ВЫБОР И ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Динамические характеристики должны выбираться из общего числа динамических характеристик датчиков и устанавливаться в техническом задании по согласованию между предприятием-разработчиком датчиков и заказчиком.

2.2. Динамические характеристики должны содержать численные значения коэффициентов и их зависимость от влияющих параметров газового потока.

2.3. Комплекс влияющих параметров должен выбираться в соответствии с условиями работы датчиков, устанавливаться по согласованию между заказчиком и предприятием-разработчиком датчиков и указываться в техническом задании на разработку датчика.

2.4. Определение динамических характеристик должно производиться при разработке датчиков, а также при внесении конструктивных и технологических изменений, влияющих на динамические характеристики, а в процессе производства – в соответствии с технической документацией для типа датчика.

3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДАМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1. Определение динамических характеристик датчиков температуры должно производиться прямым методом.

3.2. Требования к входному испытательному сигналу – по ГОСТ 8.256-77.

3.3. Если известен вид функций, определяемых динамических характеристик датчиков температуры, то допускается определять только коэффициенты указанных функций.

3.4. Обработка экспериментальной переходной характеристики датчика температуры должна производиться в полулогарифмических координатах в виде зависимостей

$$\ln|\Delta T_i| = f(\tau_i)$$

при $\tau_н \le \tau_i \le \tau_к$,

$$\Delta T_i = T_i - T_c,$$

где T_i – температура торможения датчика в момент времени τ_i, К;

τ_i – текущее время, с;

$\tau_н$ – начальное время, с;

$\tau_к$ – конечное время, с;

T_c – температура торможения среды, которая определяется из предварительного эксперимента в результате измерения исследуемым датчиком температуры газового потока на установившемся температурном режиме, К.

№ изм. № изв. Инв. № дубликата Инв. № подлинника 4084

4. ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

4.1. Динамические характеристики датчиков температуры должны быть указаны в технической документации в аналитической форме или в форме графиков, таблиц.

4.2. Полные динамические характеристики должны содержать структуру функций, численные значения коэффициентов этих функций и их зависимость от влияющих параметров.

4.3. Частные динамические характеристики датчиков должны содержать численные значения и зависимость их от влияющих параметров. Формы представления динамических характеристик приведены в справочном приложении 2.

ПЕРЕЧЕНЬ ОБОЗНАЧЕНИЙ ССЫЛОЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В СТАНДАРТЕ

ГОСТ 8.256-77.

№ изм. № изв. 4094 Инв. № дубликата Инв. № подлинника

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТАНДАРТЕ

Термин	Определение
Динамические характеристики датчика	Характеристики теплоинерционных свойств датчика, определяющие зависимость параметров выходного сигнала датчика от меняющегося во времени информативного параметра входного сигнала
Полная динамическая характеристика	Динамическая характеристика – по ГОСТ 8.256–77
Частная динамическая характеристика	Динамическая характеристика – по ГОСТ 8.256–77
Частотный диапазон работы датчика	Диапазон частот от нуля до значения, соответствующего граничной частоте, при которой искажение амплитуды входного сигнала датчика равно допустимой погрешности измерения
Время установления переходного процесса датчика	Время от начала переходного процесса до значения, при котором разность между температурой среды и температурой датчика равна допустимой погрешности средства измерений
Показатель тепловой инерции	Величина, численно равная интервалу времени, по истечении которого разность между температурами среды и датчика составляет 0,368 от первоначальной разности
Темп изменения температуры чувствительного элемента (элементов конструкции датчика)	Скорость изменения температуры чувствительного элемента (элементов конструкции датчика) на переходном режиме
Определение динамических характеристик	Совокупность экспериментальных и аналитических операций, в результате которых находятся структура (при определении полных динамических характеристик) и численные значения параметров динамических характеристик

№ изм. № изв. 4084 Инв. № дубликата Инв. № подлинника

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

1. Частные динамические характеристики и коэффициенты полных динамических характеристик в зависимости от влияющих параметров аналитически могут быть представлены в виде следующих функций связи:

$$\varepsilon = K_\varepsilon \psi_\varepsilon(\varphi), \qquad B_1 = K_{B_1} \psi_{B_1}(\varphi),$$
$$\varepsilon_1 = K_{\varepsilon_1} \psi_{\varepsilon_1}(\varphi), \qquad B_2 = K_{B_2} \psi_{B_2}(\varphi),$$
$$\varepsilon_2 = K_{\varepsilon_2} \psi_{\varepsilon_2}(\varphi), \qquad D_1 = K_{D_1} \psi_{D_1}(\varphi),$$
$$\varepsilon_3 = K_{\varepsilon_3} \psi_{\varepsilon_3}(\varphi), \qquad D_2 = K_{D_2} \psi_{D_2}(\varphi),$$
$$K = K_K \psi_K(\varphi), \qquad D_3 = K_{D_3} \psi_{D_3}(\varphi),$$
$$A = K_A \psi_A(\varphi), \qquad C_1 = K_{C_1} \psi_{C_1}(\varphi),$$
$$L = K_L \psi_L(\varphi), \qquad \tau_п = \tau_п^* \psi_{\tau_п}(\varphi),$$
$$N = K_N \psi_N(\varphi), \qquad C_2 = K_{C_2} \psi_{C_2}(\varphi),$$
$$G = K_G \psi_G(\varphi), \qquad \omega_{гр} = \omega_{гр}^* \psi_\omega(\varphi),$$

где $\varepsilon, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – показатели тепловой инерции термочувствительного элемента и деталей крепления конструкции датчика, с;

$\varepsilon_1 = \dfrac{1}{m + \left(\dfrac{\pi}{2l}\right)^2 a + m_л}$ – показатель тепловой инерции термочувствительного элемента, обусловленный его конвективным теплообменом с окружающей средой, кондуктивным теплообменом с деталями крепления и лучистым теплообменом с внутренней поверхностью камеры датчика, с;

$\left(\dfrac{\pi}{2l}\right)^2 a$ – параметр, характеризующий темп изменения температуры термочувствительного элемента, обусловленный его кондуктивным теплообменом с деталями крепления в датчике, 1/с;

m – темп изменения температуры термочувствительного элемента и деталей конструкции датчика, обусловленные конвективным теплообменом, 1/с;

$m_л$ – темп изменения температуры термочувствительного элемента, обусловленный лучистым теплообменом, 1/с;

l – длина термочувствительного элемента, м;

a – коэффициент температуропроводности материала конструкции $м^2/с$.

$\tau_п$ – время установления переходного процесса датчика, с;

$\omega_{гр}$ – граничная частота датчика, 1/с;

№ изм. № изв. 4084 Инв. № дубликата Инв. № подлинника

$K, A, L, N, G, B_1, B_2, D_1, D_2, D_3, C_1, C_2$ – динамические показатели;

$K_\varepsilon, K_{\varepsilon_1}, K_{\varepsilon_2}, K_{\varepsilon_3}, K_K, K_A, K_L, K_N, K_\theta, K_{B_1}, K_{B_2}, K_{D_1}, K_{D_2}, K_{D_3}, K_{C_1}, K_{C_2}$ – постоянные коэффициенты, численные значения которых определяются экспериментальным путем по переходным характеристикам датчиков;

τ_n^* – время установления переходного процесса датчика, определенное экспериментальным путем по его переходной характеристике при предельных значениях влияющих параметров, с;

$\omega_{гр}^*$ – граничная частота датчика, определенная экспериментальным путем по его частотной характеристике при предельных значениях влияющих параметров, 1/с;

$\psi_\varepsilon(\varphi), \psi_{\varepsilon_1}(\varphi), \psi_{\varepsilon_2}(\varphi), \psi_{\varepsilon_3}(\varphi), \psi_K(\varphi), \psi_A(\varphi), \psi_\alpha(\varphi), \psi_N(\varphi), \psi_G(\varphi), \psi_{B_1}(\varphi), \psi_{B_2}(\varphi), \psi_{D_1}(\varphi), \psi_{D_2}(\varphi), \psi_{D_3}(\varphi), \psi_{C_1}(\varphi), \psi_{C_2}(\varphi), \psi_{\tau_n}(\psi), \psi_\omega(\psi)$ – функции, характеризующие зависимость коэффициентов динамических характеристик от комплекса влияющих параметров потока.

2. Зависимость ψ_{ε_i} при $i = 0...3$ для целого ряда датчиков при дозвуковых скоростях набегающего потока может быть представлена в виде

$$\psi_i(\varphi) = C_\psi M_\infty^{-n\xi}(\tau) P_\infty^{-n}(\tau)$$

или

$$\psi_i(\varphi) = \left[C_P\left(0{,}997 - \frac{P_{a\infty}(\tau)}{P_\infty^*(\tau)} + 0{,}1\right)\right]^{-n} P_\infty^{-n}(\tau),$$

где коэффициенты

$C_\psi = 1{,}00 + 0{,}24 \cdot r$ $\quad \xi = 1{,}00$ при $0{,}10 \le M \le 0{,}45$

$C_\psi = 1{,}00$ $\quad \xi = 1{,}48 - 0{,}48(1{,}00 - r)$ при $0{,}45 \le M \le 1{,}00$

$C_P = 3{,}07 - 1{,}07\,(1{,}00 - r)$

r – коэффициент восстановления;

n – показатель степени, определяемый из предварительного эксперимента;

M – число Маха;

τ – время, с;

P – полное давление газового потока, Па $\left(P = \frac{P_a}{P_0}\right)$;

$\frac{P_a}{P_0}$ – относительное давление газового потока, Па;

P_a – статическое давление газового потока, Па;

P_0 – атмосферное давление, Па.

№ изм. № изв. 4084 Инв. № дубликата Инв. № подлинника

3. Формулы для определения параметров динамических характеристик:

$$A = (1 - K)\varepsilon_2 + K\varepsilon_1,$$

$$B_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2,$$

$$B_2 = \varepsilon_1 \varepsilon_2$$

$$C_1 = \alpha(\varepsilon_2 + \varepsilon_3) + N(\varepsilon_1 + \varepsilon_3) + G(\varepsilon_1 + \varepsilon_2),$$

$$C_2 = \alpha \varepsilon_2 \varepsilon_3 + N\varepsilon_1\varepsilon_3 + G\varepsilon_1\varepsilon_2,$$

$$D_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3,$$

$$D_2 = \varepsilon_1 \varepsilon_2 + \varepsilon_1 \varepsilon_3 + \varepsilon_2 \varepsilon_3,$$

$$D_3 = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \varepsilon_3,$$

$$L = \frac{m - m_л - m_2}{m + \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 a - m_2} - \frac{m_л}{m + \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 a - m_3},$$

$$N = \frac{m + m_л - m_2}{m + \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 a - m_2},$$

$$C = \frac{m_л}{m + \left(\frac{\pi}{2l}\right)^2 a - m_3},$$

$$K = \frac{1}{1 + \frac{m - m_2}{a\pi^2}(2l)^2},$$

где m_2, m_3 – темпы изменения температуры термочувствительного элемента и деталей конструкции датчика, обусловленные конвективным теплообменом, 1/с.

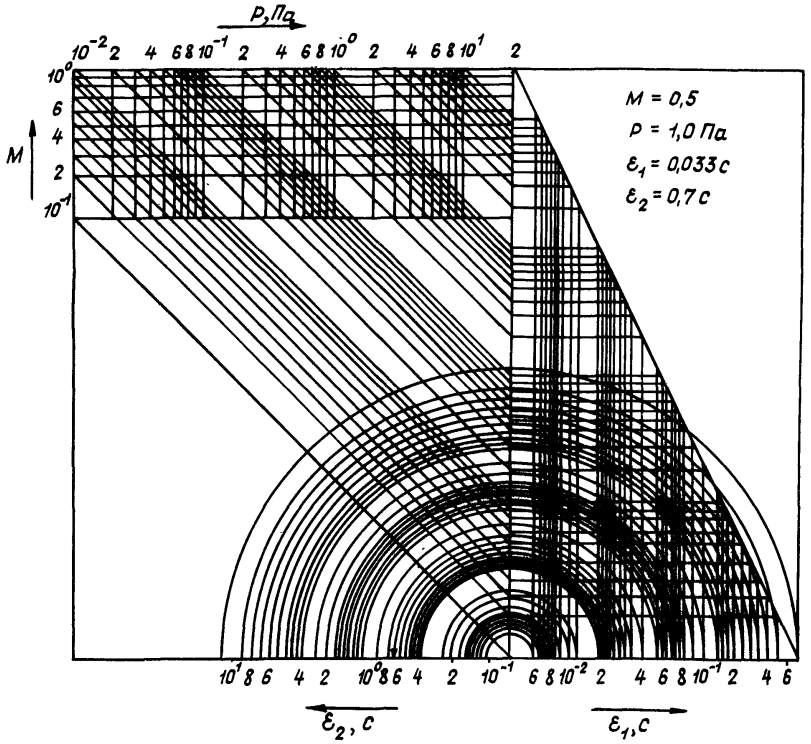
4. Частные динамические характеристики и коэффициенты полных динамических характеристик могут быть представлены в виде графиков или номограмм зависимости от влияющих факторов. Для примера на черт. 1 приведена номограмма зависимости показателей тепловой инерции ε_1 и ε_2 от числа M и относительного давления для датчика с переходной характеристикой вида

$$h(\tau) = (1 - K)\left(1 - \ell^{-\frac{\tau}{\varepsilon_1}}\right) + K\left(1 - \ell^{-\frac{\tau}{\varepsilon_2}}\right)$$

при $n = 0{,}5$ и $r = 0{,}98$.

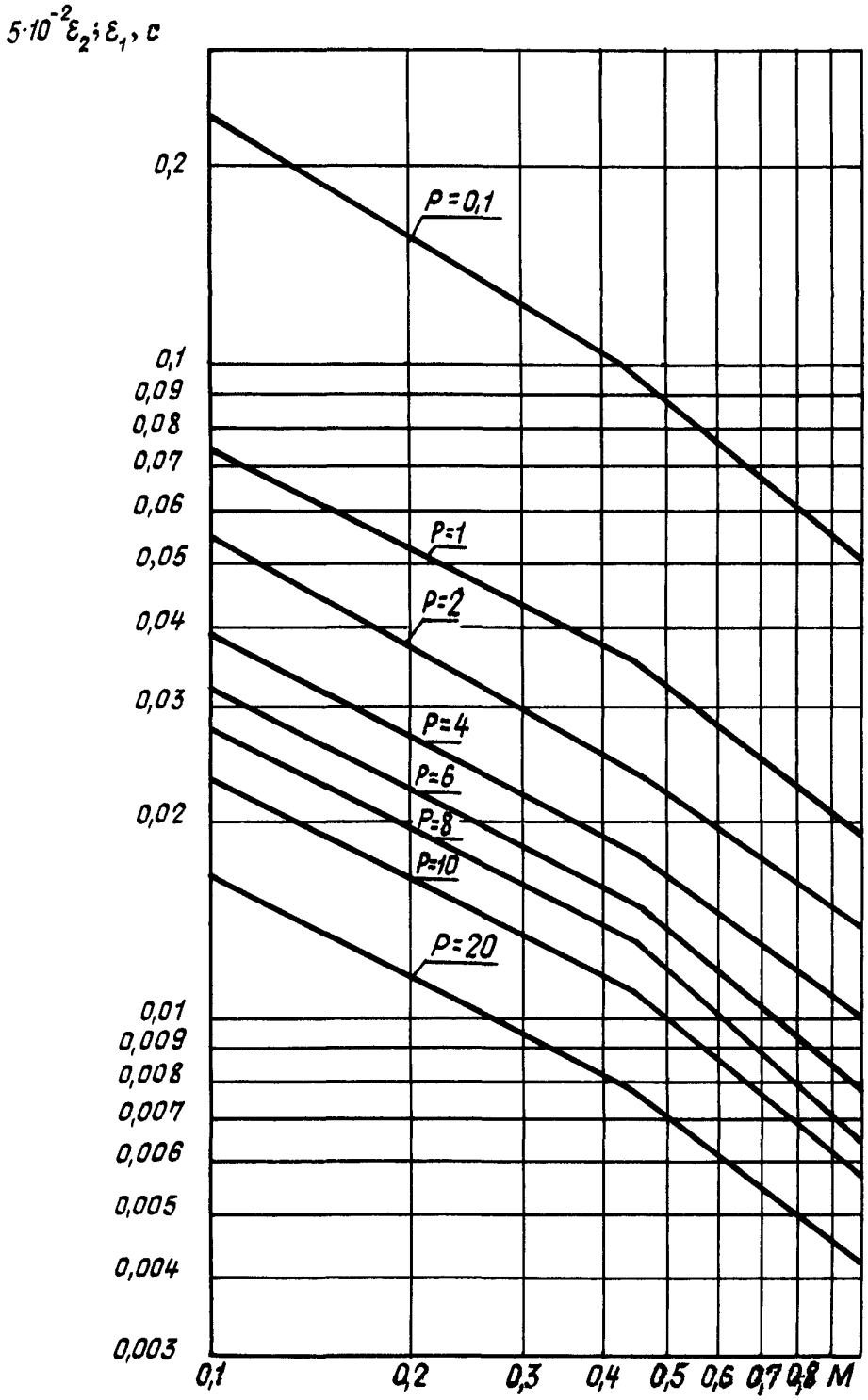
На черт. 2 приведен график зависимости показателей тепловой инерции ε_1 и ε_2 от числа M и относительного давления для датчика с переходной характеристикой указанного выше вида.

№ изм. | № изв. | 4084 | Инв. № дубликата | Инв. № подлинника



Черт. 1

№ изм. № изв.
Инв. № подлинника 4084 Инв. № дубликата



Черт. 2

№ изм. № изв.
Инв. № дубликата 4084
Инв. № подлинника

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ изм.	Номера страниц				Номер "Изв. об изм."	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

4084
Инв. № дубликата
Инв. № подлинника
gost.e-ecolog.ru