ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НАУЧНО ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА
ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО АРМАТУРОСТРОЕНИЯ»
(«НПФ ЦКБА»)

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕНА В АРМАТУРЕ КЛАПАННОГО ТИПА

РД 26-07-31-99

Инв №	Подп и дата	Взам инв №	Инв № дубл	Подп и дата
Ц 1-2000	10.02			

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДАЮ
Председатель Технического Комитета ТК-259
М И Власов
«17» января 2000 г

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ЗАО «НПФ ЦКБА»
В А Айрнев
«12» 01 2000 г.

РАССМОТРЕНО
Главный государственный инспектор
СЕО ГОСАТОМНАДЗОРА РОССИИ
В А Лавров
«11» января 2000 г

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Методические указания по расчету количественных характеристик теплообмена в арматуре клапанного типа

Р Д 26-07-31-99

Вводится впервые

Введен в действие указанием от 9 02.2000г N12.

Дата введения «1» 03 2000 г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий руководящий документ распространяется на запорную, регулирующую и предохранительную арматуру клапанного типа, предназначенную для установки в системах атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторах, в системах и установках химических, нефте - химических и других производств с максимальным рабочим давлением до 20 МПа (200 кгс/см^2) и с температурой рабочей среды до 873 К (600 °С) и устачавливает порядок определения количественных характеристик теплообмена в арматуре клапанного типа DN 10 до 200 мм включительно для сред пар, вода, воздух, азот, гелий, нефтепродукты

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем руководящем документе использо ны ссылки на следующие руководящие документы и стандарты

РД 302-07-122-89 «Методика расчёта температурных полей арматуры для сред с температурой 873 К (600°С)»,

РД 26-07-25-97 «Методика расчета температурных полей трубопроводной арматуры»,

СТП 07 81-631-92 «Методика проведения теплового расчета высокопараметрической арматуры клапанного типа»,

Общие технические требования «Арматура для оборудования и трубопроводов АЭС» (ОТТ-87)

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3 1 Расчёт количественных характеристик теплообмена (коэффициенты теплоотдачи на внутренних и наружных поверхностях арматуры и скорости изменения температуры рабочей среды) производится с целью определения исходных данных для теплового расчета, выполняемого по программе на ПЭВМ в соответствии с РД 26-07-25-97

Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата 10 02 | Инв № 4 1-2000

3 2 Рассчитываются следующие количественные характеристики

а) коэффициент теплоотдачи в проточной части арматуры (на входе) для заданной скорости движения рабочей среды но формулам теплообмена для определённых режимов течения и типа рабочей среды,

б) коэффициенты теплоотдачи (локальные) по внутренней поверхности проточной части в зоне затвора, в выходном патрубке и горловине,

в) коэффициентов теплоотдачи с наружных поверхностей арматуры при различных условиях эксплуатации, в том числе нормальных условиях эксплуатации (НУЭ), нарушении нормальных условий эксплуатации (ННУЭ)

г) расчет скорости изменения температуры рабочей среды в зоне горловины по заданной скорости изменения температуры рабочей среды в проточной части арматуры

3 3 Расчет количественных характеристик теплообмена выполняется при наличии всех исходных данных приведенных в разделе 4

Расчету предшествует составление расчетной тепловой модели

4 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

4 1 Для проведения расчета количественных характеристик теплообмена необходимы следующие данные

а) температурное поле арматуры на начальный момент времени $\tau = 0$, К

б) закон изменения температуры рабочей и окружающей сред,

в) $T_н$ — температура рабочей среды на начальный момент времени $\tau = 0$, К,

г) $T_к$ —температура рабочей среды на конец нестационарного режима, К,

д) b —скорость изменения температуры рабочей среды в проточной части , К/с,

е) $t_в$ —температура окружающей среды, К,

ж) геометрические размеры расчетного изделия, м,

и) марки материалов деталей,

к) теплофизические характеристики материалов

л) λ— коэффициент теплопроводности материалов деталей, вт/м К,

м) ν — кинематическая вязкость сред (рабочей и окружающей), $м^2/с$

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАСЧЕТА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕНА В АРМАТУРЕ КЛАПАННОГО ТИПА

5 1 Выбор начальных условий расчета

5 1 1 При проведении теплового расчёта за начальные условия следует принять температурное поле на начальный момент времени $\tau = 0$

Если на момент времени $\tau = 0$ температура рабочей среды равна температуре окружающей среды, то температурное поле арматуры клапанного типа на начальный момент времени принимается одинаковым во всех точках и равным температуре окружающей среды

Если на момент времени $\tau = 0$ температура рабочей среды не равна температуре окружающей среды, то начальное температурное поле арматуры клапанного типа принимается по расчету соответствующего стационарного распределения температур

5 2 Расчет коэффициента теплоотдачи от рабочей среды к внутренней поверхности проточной части арматуры клапанного типа (на входе) производится по формуле

$$\alpha_н \; Nu \; \lambda \; /d \, , \qquad (1)$$

Подп и дата | Инв № дубл | Взам инв № | Подп и дата | Инв №

где λ— коэффициент теплопроводности рабочей среды, Вт/м К,

d— диаметр входного патрубка, м,

Nu—критерий Нуссельта, определяемый в зависимости от характера рабочей среды и режима ее течения по соответствующим формулам

5 2 1 Формулы для жидких сред при различных режимах течения в трубах

а) ламинарный режим течения, когда l/d>10, $Re_ж$>10

$$Nu_ж = 1{,}4(Re_ж\, d/l)^{0.4}\ \ Pr_ж^{0.33}\ \ (Pr_ж/Pr_c)^{0.25}, \qquad (2)$$

где $Nu_ж = \alpha_ж d/\lambda_ж$, $Re_ж = \varpi\ d/\nu$, $Pr_ж = \upsilon_ж/a_ж$, $Pr_c = \upsilon_c/a_c$,

ν —коэффициент кинематической вязкости рабочей среды, $м^2/с$,

$Pr_ж$, Pr_c - критерий Прандтля для жидкости и стенки соответственно,

l —характерный геометрический размер-длина участка, м,

ϖ— скорость движения рабочей среды (жидкости), м/с,

а— коэффициент температуропроводности рабочей среды (жидкости), $м^2/с$,

а ν, Pr, — выбираются по справочной литературе

Индексы "ж" и "с" означают что физические свойства выбираются по средней температуре жидкости и стенки соответственно

За определяющую температуру принимать среднюю температуру жидкости $t_ж$ (рабочей среды)

б) турбулентный режим течения, когда l/d> 50, $Re_ж$=1 10^4 5 10^6

$$Nu_ж = 0{,}021\ Re_ж^{0.8}\ \ Pr_ж^{0.43}\ \ (Pr_ж/Pr_c)^{0.25}, \qquad (3)$$

5 2 2 Формулы для газообразных сред при различных характерах течения в трубах.

а) ламинарный режим течения

$$Nu = 1{,}24\ (Re\ d/l)^{0.4} \qquad (4)$$

б) турбулентный режим течения

$$Nu = 0{,}018\ Re^{0.8} \qquad (5)$$

5 3 Расчет коэффициента теплоотдачи от рабочей среды к внутренней поверхности проточной части (зона золотника и в выходном патрубке) *и горловины* арматуры клапанного типа производится по формуле

$$\alpha_r = K_1 \times \alpha_{т_в} \qquad (6)$$

где K_1 - поправочный коэффициент для различных зон проточной части и горловины Выбор поправочного коэффициента производится по таблицам 1 4 в зависимости от конструктивных особенностей рассчитываемой арматуры с учетом зон теплообмена На рисунках 1 3 представлены схемы зон теплообмена арматуры клапанного типа

Подп и дата | Инв № дубл | Взам инв № | Подп и дата 10.02 | Инв № 4 1-2000

Таблица 1

Величина поправочных коэффициентов K_1 и K_2 при ширине кольцевой щели между золотником и стенкой горловины 0,2 7,0 мм, рис1

Поправочный коэффициент	Зона теплообмена				
	1	2	3	4	5
K_1	1 0	2 0	3 0	0 25 0 65	0 1 0 25
K_2	1 0	1 0	1 0	1 0	0 035 0 1

Таблица 2

Величина поправочных коэффициентов K_1 и K_2 при ширине кольцевой щели между олотником и стенкой горловины 7 0 12,0 мм рис 1

Поправочный коэффициент	Зона теплообмена				
	1	2	3	4	5
K_1	1 0	2 0	3 0	0 65 1 0	0 15 0 35
K_2	1 0	1 0	1 0	1 0	0 1 1 0

Таблица 3

Величина поправочных коэффициентов K_1 и K_2 при ширине кольцевой щели между золотником и стенкой горловины более 12 0 мм рис 2

Поправочный коэффициент	Зона теплообмена				
	1	2	3	4	5
K_1	1 0	2 0	3 0	1 0	0 25 0 6
K_2	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0

Таблица 4

Величина поправочных коэффициентов K_1 и K_2 при конструкции клапана по типу, приведённому на рис 3

Поправочный коэффициент	Зона теплообмена				
	1	2	3	4	5
K_1	1 0	2 0	3 0	1 0	1 0
K_2	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0

Примечание

Зоны теплообмена

1 Входной патрубок
2 Под седлом затвора (для корпуса со смещенными патрубками)
3 Выходной патрубок
4 Кольцевая щель между золотником и корпусом (горловиной)
5 Внутренняя полость горловины

Подп и дата | Инв № дубл | Взам инв № | Подп и дата 10 02 | Инв № 1 2000

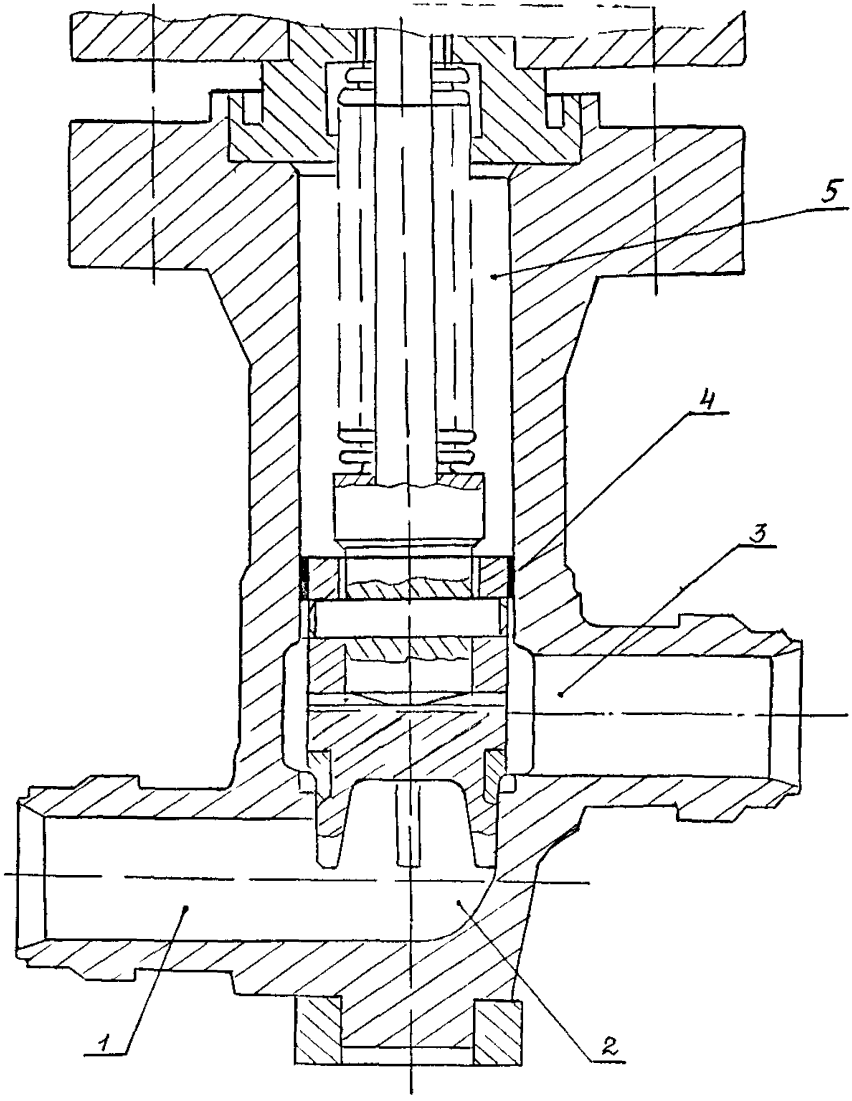


Рисунок 1 Зоны теплообмена в конструкциях арматуры типа клапана сильфонного С 96654

Инв № | Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата
71-2000 | 10.02

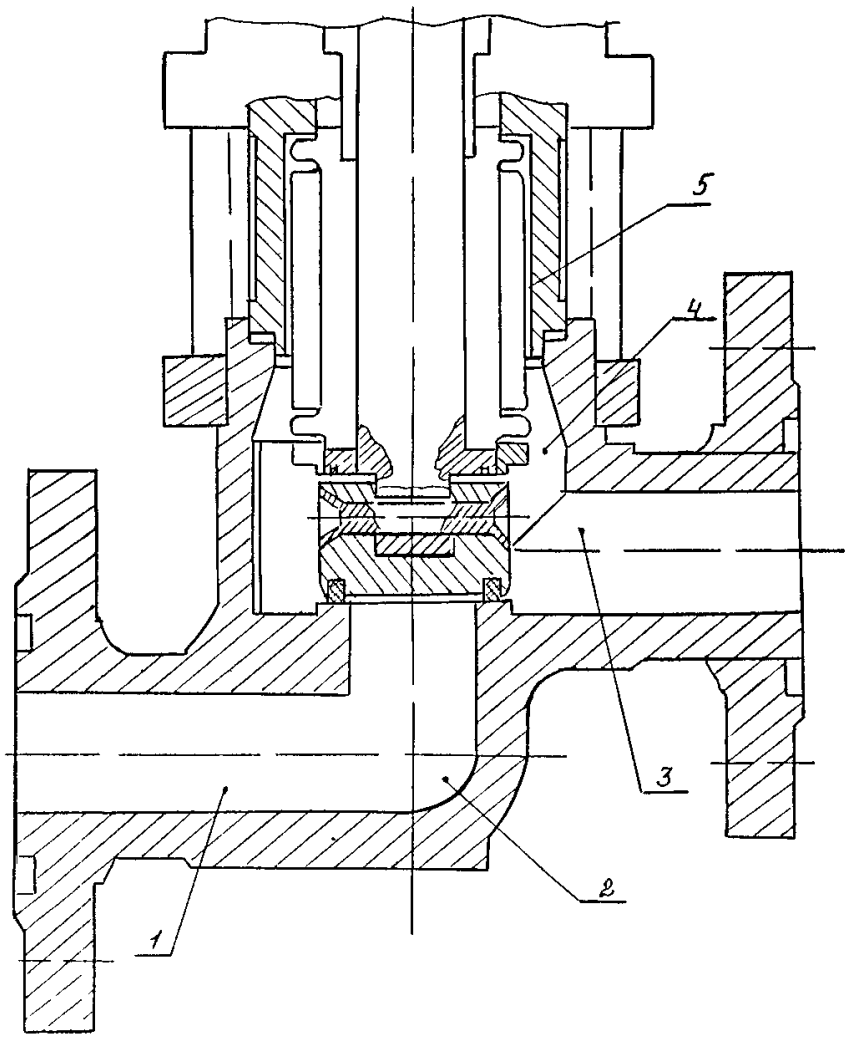


Рисунок 2 Зоны теплообмена в конструкциях арматуры типа клапана запорного У 26421

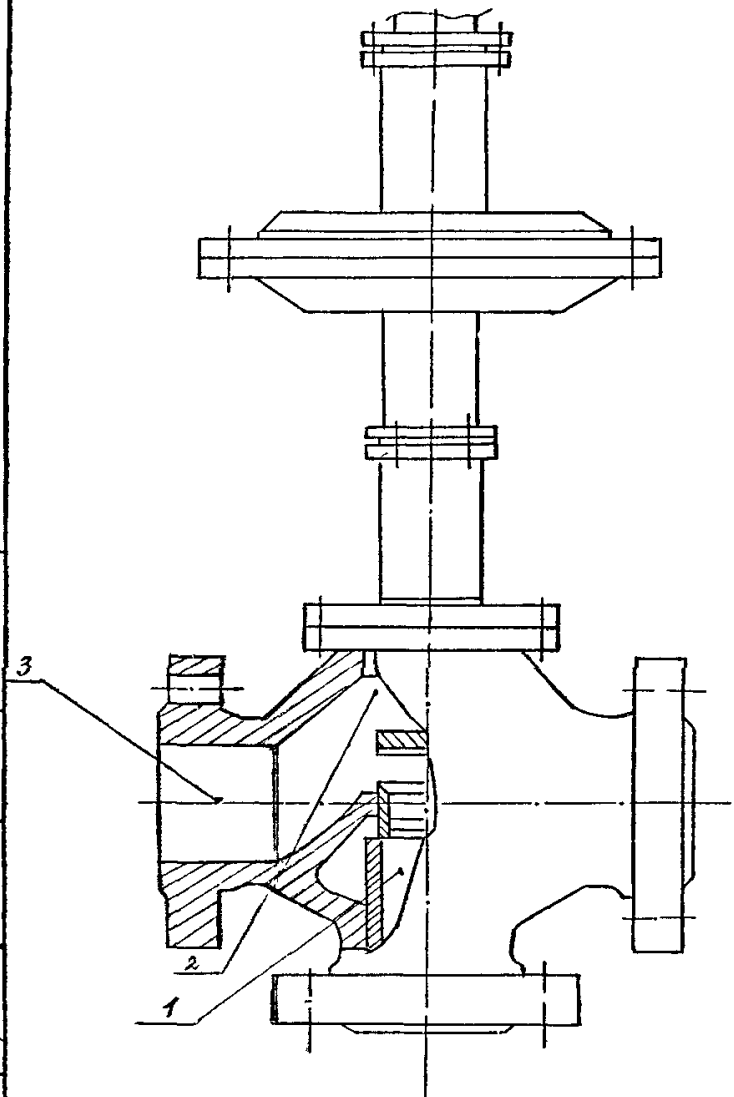


Рисунок 3 Зоны теплообмена в конструкциях арматуры типа клапана регулирующего И 65248

Инв. № | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
4.1 2000 | 10.02

5 4 *Расчёт коэффициентов теплоотдачи с наружных поверхностей* арматуры клапанного типа

5 4 1 Расчет при нормальных условиях эксплуатации

5 4 1 1 Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности трубопроводной арматуры α_1 определяется как сумма коэффициентов теплоотдачи излучением $\alpha_л$ и конвекцией $\alpha_к$

$$\alpha_1 = \alpha_л + \alpha_к \qquad (7)$$

5 4 1 2 Коэффициент теплоотдачи излучением $\alpha_л$ рассчитывается по формуле

$$\alpha_л = [C_0 \varepsilon (T_i/100)^4 - (T_в/100)^4] \ (T_i - T_в) \qquad (8)$$

где $T_i = t_м + 273$ - абсолютная температура изделия или его ступени (части), К,

$T_в = t_в + 273$ - абсолютная температура окружающей среды, К,

$t_в$ — температура окружающей среды, °С,

$t_м$ — средняя температура изделия или ступени, °С Определяется как 1/2 суммы температур рабочей и окружающей сред (по экспериментальным или расчетным аналогам),

c — 5,77 Вт/м^2 К - коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела,

ε — степень черноты излучающего тела

5 4 1 3 Коэффициент теплоотдачи конвекцией $\alpha_к$ рассчитывается по формулам

$$\alpha_к = Nu_i \lambda_в / d_i \qquad (9)$$

$$Nu_i = c(Cr \cdot Pr)^n \qquad (10)$$

$$Cr = \beta g a_i^3 \Delta t_i / \gamma^2 \qquad (11)$$

$$\Delta t_i = t_м - t_в \qquad (12)$$

где a_i — характерный или определяющий размер (высота или диаметр), м,

$g = 9{,}8$ м/с^2 - ускорение силы тяжести,

$\beta = 1/t_в + 273$ - коэффициент объёмного расширения воздуха, 1/град.

5 4 1 4 Коэффициенты "c" и "n" в формуле (5 10) являются функцией Gr Pr и выбираются в зависимости от численного значения этого аргумента Их значения приведены в таблице 5

Таблица 5

№ п/п	Значения комплекса Gr Pr	Коэффициенты		Примечания
		c	n	
1	$5\ 10^2 < Gr\ Pr < 2\ 10^7$	0 5	0 25	При горизонтальном расположении арматуры Режим ламинарный характерный размер — диаметр
2	$5\ 10^2 < Gr\ Pr < 2\ 10^7$	0 76	0 25	При вертикальном расположении арматуры Режим турбулентный характерный размер высота
3	$2\ 10^7 < Gr\ Pr < 1\ 10^{13}$	0 15	0 33	При вертикальном расположении арматуры Режим турбулентный характерный размер высота

Подп и дата | Инв № дубл | Взам инв № | Подп и дата 10 02 | Инв № 24-2000

5 4 1 5 Значения физических параметров, входящих в формулы (9), (10), (11) выбираются по температуре окружающей среды $t_ж$ из справочной литературы [1 6]

5 4 4 6 Для ступеней с характерным размером теплообменной поверхности "а" от 10 до 200 мм коэффициент $\alpha_ж$ можно брать из графиков на рис 4 8

5 4 1 7 Коэффициент теплоотдачи с торцевой поверхности арматуры определяется так же, как и α (7) Полученное по формуле (9) значение коэффициента теплоотдачи конвекцией необходимо увеличить на 30%, если теплоотдающая поверхность обращена кверху, и уменьшить на 30%, если вниз В качестве определяющего размера для коэффициента теплоотдачи с торцевой поверхности α берется диаметр торцевой части изделия

Пример определение коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности клапана типа У26549-050 приведен в приложении

5 4 2. Расчет коэффициентов теплоотдачи с наружных поверхностей арматуры клапанного типа в условиях аварии (АР)

Скорость движения окружающей среды в условиях АР $\omega \leq 20$ м/с, Теплоотдача при турбулентном режиме

5 4 2 1 Расчет теплоотдачи между поверхностью арматуры и окружающей среды производится при условии вынужденного движения окружающей среды по формуле

$$Nu = 0{,}021\ Re^{0{,}8}\ Pr^{0{,}43}\ (Pr_ж / Pr_c)^{0{,}25}\ \varepsilon_l \qquad (13)$$

где ε_l —коэффициент, учитывающий изменение коэффициента теплоотдачи по длине канала (принят равным 1),

$(Pr_ж / Pr_c)^{0{,}25}$ — множитель представляющий собой поправку, учитывающую зависимость физических свойств рабочей среды от температуры,

Re, Pr —рассчитываются аналогично указаний раздела 5 2 За определяющую температуру $t_ж$ принимается заданная температура окружающей среды, а определяющий размер — эквивалентный диаметр, рассчитываемый по формуле

$$d_{экв} = 4f/U, \qquad (14)$$

где f—площадь поперечного сечения канала, в котором имеет место вынужденное движение окружающей среды,

U—полный периметр канала

Индексы "ж" и "с" означают, что физические свойства рабочей среды (ν, Pr, λ) выбираются по средней температуре рабочей среды $T_ж$ и температуры внутренней поверхности стенки T_c

На рисунке 9 представлено как обоснование правильности выбора характера теплоотдачи в условиях вынужденного движения среды, расчетно-экспериментальное распределение температуры по наружной поверхности сильфонного клапана С26416-025 в аварийных условиях

Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата 10 02 | Инв № 4 1 2000

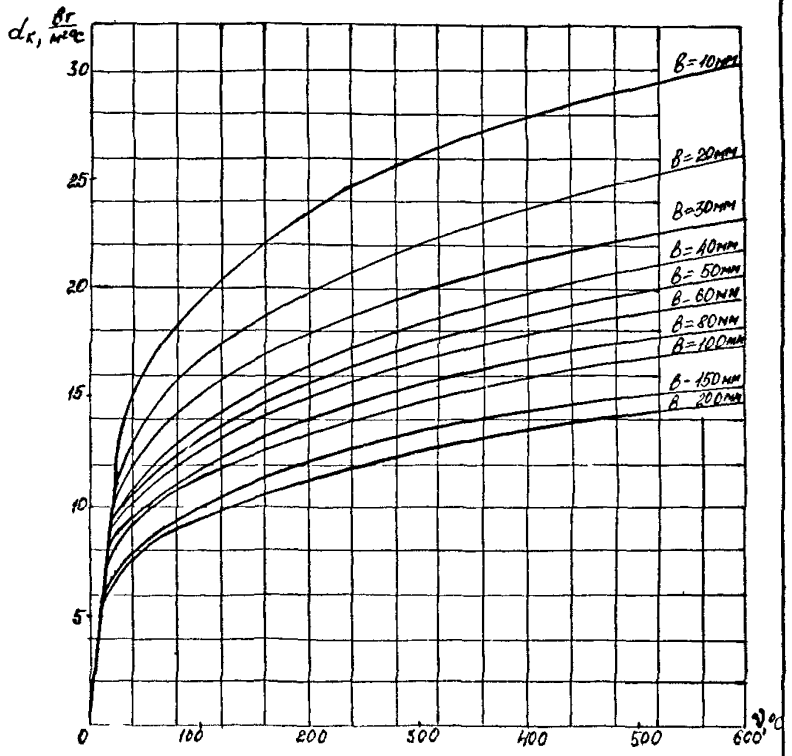


Рисунок 4 Зависимость $\alpha_к$ от ν при температуре воздуха $t_в$=20 °C для комплекса Gr Pr от 5 10^2 до 2 10^7, с 0,76, n 0,25 (при вертикальном расположении конструкции)

Инв № | Подп и дата | Взам инв № | Инв.№ дубл | Подп и дата
Ц 1 2000 | Лаф 10 02

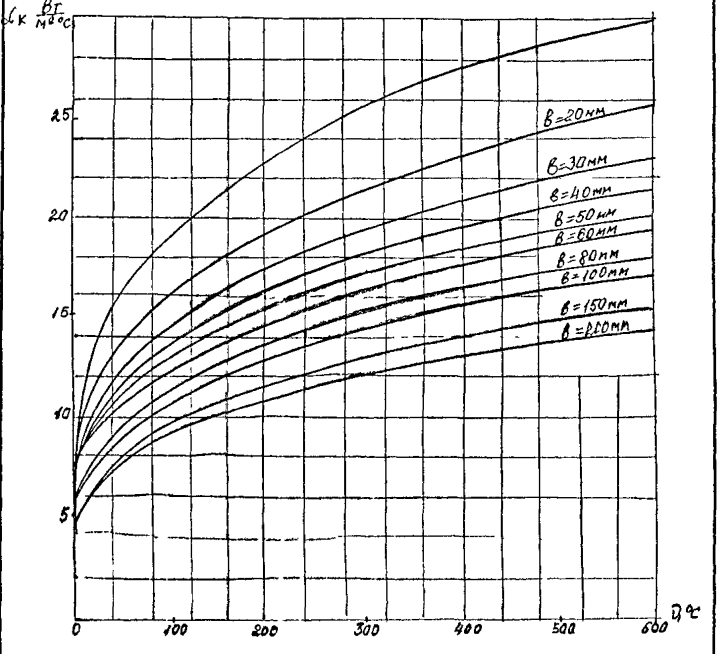


Рисунок 5 Зависимость $\alpha_к$ от ν при температуре воздуха $t_в$=50 °С для комплекса Gr·Pr от $5 \cdot 10^2$ до $2 \cdot 10^7$, c=0,76, n=0,25 (при вертикальном расположении конструкции).

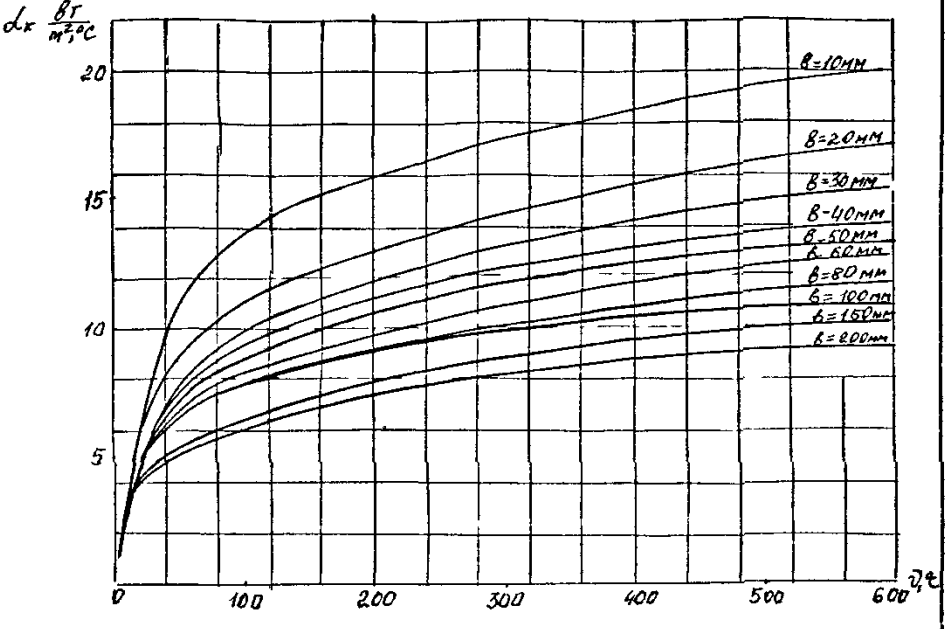


Рисунок 6 Зависимость $\alpha_к$ от v при температуре воздуха t, 20 °С для комплекса Gr Pr от $5\ 10^2$ до $2\ 10^7$, с 0,5, n 0,25 (при горизонтальном расположении конструкции)

Инв. № | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
Ц 1-2000 | 10.12

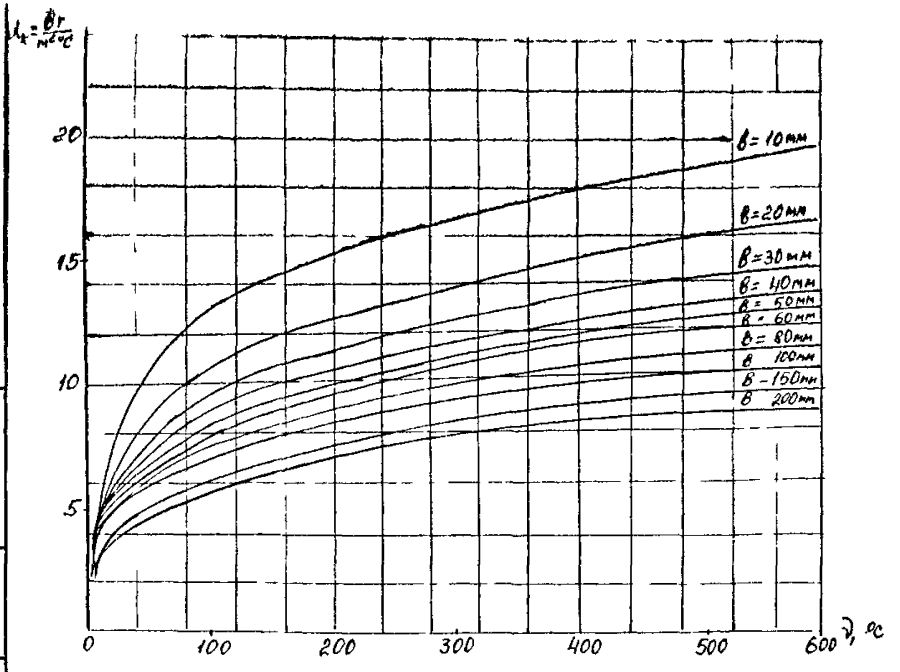


Рисунок 7 Зависимость $\alpha_к$ от ν при температуре воздуха $t_в$=50 °С для комплекса Gr Pr от 5 10^2 до 2 10^7, с=0,5, n=0,25 (при горизонтальном расположении конструкции)

Инв №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
4-2000	10.02			

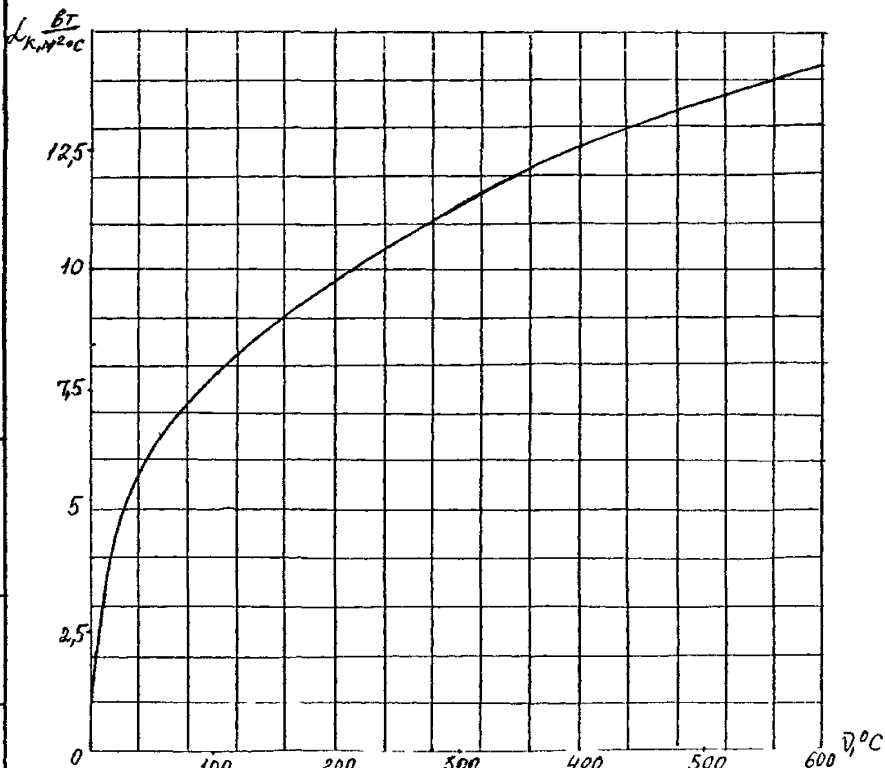


Рисунок 8 Зависимость $\alpha_к$ от v при температуре воздуха $t_в$ 20 °С для комплекса Gr Pr от 2 10^7 до 1 10^{13}, с 0,15, n 0,33 (при вертикальном расположении конструкции)

Инв № | Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата
31 2000 | 16.02

5 5 Расчёт скорости изменения температуры рабочеи среды в расчётнои зоне теплообмена производится по формуле.

$$b_c = K_2 \times b_n \qquad (15)$$

где b_n - скорость изменения температуры рабочей среды в проточной части (на входе) арматуры, К/с Задается в техническом задании на проведение теплового расчета,

K_2 - поправочный коэффициент для различных зон проточной части и горловины Выбор поправочного коэффициента производится по таблицам 1 4 в зависимости от конструктивных особенностей рассчитываемой арматуры с учетом зон теплообмена На рис 1 3 представлены схемы зон теплообмена характерных конструкций арматуры клапанного типа

6 ТЕПЛОВАЯ МОДЕЛЬ

Тепловая модель рассчитываемой арматуры клапанного типа составляется согласно выбранному методу расчета При использовании метода конечных разностей соблюдать рекомендации, содержащиеся в РД 26-07-25 97 "Методика расчета температурных полей трубопроводной арматуры"

Первый заместитель генерального директора АОЗТ «НПФ ЦКБА» Ю И Тарасьев

Начальник отдела 161 А А Косарев

Начальник лаборатории 154 В В Никитин

Начальник сектора Г И Сергевнина

Ведущий инженер исследователь Н С Косых

Подп и дата
Инв № дубл
Взам инв №
Подп и дата 14.10.02
Инв № 4-1-2000

Приложение А (рекомендуемое)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛООТДАЧИ НА НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТИ КЛАПАНА ТИПА У 26549-050

1 Условия расчёта

1 1 Тепловая модель клапана представляется в виде сплошного ступенчатого стержня, нагреваемого в основании до температуры, равной температуре рабочей среды

Тепловая модель выполняется для выступающей части клапана и представлена на рисунке 10

Примечание

При расчетах коэффициента теплоотдачи на наружной поверхности трубопроводной арматуры часто задаются характерным размером, равным осредненному наружному диаметру конструкции В приведенном расчете показано, что при изменении наружного диаметра ступеней тепловой модели $d_i/d_{i-1} < 1,5$ представляется возможным использовать в качестве определяющего размера в расчете характеристики теплообмена "m" осредненный диаметр

$$d_{ср} = (d_1 + d_2 + d_i)/i,$$

где d_1, d_2 d_i — один из наружных диаметров ступени тепловой модели

При отношении $d_i/d_{i-1} > 1,5$ требуется рассчитывать коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности отдельно для каждой ступени тепловой модели арматуры Рассчитанные значения этих коэффициентов α_1, α_2, α_i задаются как часть граничных условий теплового расчета

Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности изолированных или обогреваемых поверхностей арматуры задается равным $11,6^{-4}$ Вт/м^2 (10^{-4} ккал/м^2 ч °С)

1 2 Принимается допущение, что температура в радиальном направлении не изменяется

1 3 Температура в сечении, проходящем через верхний торец сильфона, принимается равной температуре рабочей среды

1 4 Расчет ведется методом последовательных приближений Определяется температура на границах участков, имеющих постоянное сечение и, соответственно, постоянные для каждого участка характеристики

1 5 По варианту 1 рассчитываются коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности и температуры по высоте клапана для двух ступеней модели

По варианту 2 рассчитываются коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности и температура по высоте для всей конструкции без разбивки (См Таблицу 1)

2 Исходные данные

Рабочая среда вода

Температура рабочей среды T °C 200

Температура окружающей среды T_c °C 20

Кинематическая вязкость воздуха (окружающая среда) ν м^2/с 15 06 10^{-6}

Материал основных деталей сталь 25Л

Коэффициент теплопроводности материала λ Вт/м °C 48 0

3 Расчет

3 1 Избыточная температуры на границах участков рассчитываются по формуле для стержня бесконечной длины

$$\vartheta_x = \vartheta_0 e^{-mx}$$

Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата 4.06.10.02 | Инв № 21-2000

где ϑ_x — избыточная температура на границе участка на расстоянии x, К,

$\vartheta_0 = t_0 - t_в$ избыточная температура в начале участка в сечении 0-0, К,

t_0 — температура в начале участка, К,

$t_в$ — температура окружающей среды, К,

$m = 2\sqrt{\alpha / d_i \lambda}$ — характеристика теплообмена, 1/м,

d_i - диаметр расчётной ступени или осреднённый диаметр конструкции, м,

λ — коэффициент теплопроводности материала конструкции, Вт/м·К,

$e = 2,7183$ — основание натуральных логарифмов

3 2 Средние температуры для каждого участка определяются по формуле

$$t_{ш} = t_0 + t_x / 2,$$

где t_x - температура на границе участка на расстоянии x, К

3 3 Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности (α_1)) определяется как сумма коэффициентов теплоотдачи излучением ($\alpha_л$) и конвекцией ($\alpha_к$)

$$\alpha_1 = \alpha_л + \alpha_к \qquad (1)$$

3 4 Коэффициент теплоотдачи излучением вычисляется по формуле

$$\alpha_л = [C_0 \varepsilon (T/100)^4 - (T_в/100)^4] (T_i - T_в) \qquad (2)$$

где $T_i = t_ш + 273$ — абсолютная температура изделия или части его, К,

$T_в = t_в + 273$ — абсолютная температура окружающей среды,

$C_0 = 5,77$ вт/м^2 К - коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела,

ε - степень черноты излучающего тела

3 5 Коэффициент теплоотдачи конвекцией определяется по формулам

$$\alpha_к = Nu_i \lambda_в / d_i \qquad (3)$$

$$Nu_i = c(Gr_i \ Pr)^n \qquad (4)$$

$$Gr_i = \beta g a^3 \Delta t_i / \gamma^2 \qquad (5)$$

где $\Delta t_i = t_ш - t_в$ - перепад температуры между i-той ступенью и окружающей средой,

a_i - характерный (определяющий) размер ступени (высота или диаметр), м

$g = 9 \ 8$ м/с^2 - ускорение силы тяжести

$\beta = 1/t_в + 273$ - коэффициент объемного расширения воздуха 1/град

3 6 Коэффициенты "c" и "n" в формуле (4) являются функцией аргумента Gr Pr и выбираются в зависимости от численного значения этого аргумента Их значения приведены в таблице 5 4 настоящего стандарта

3 7 Значения физических параметров, входящих в формулы 3, 4, 5 выбираются по температуре окружающей среды $t_в$ из справочной литературы [1 7]

3 8 Для ступеней с характерным размером "a" от 10 до 200 мм коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности конвекцией $\alpha_к^1$ можно брать из графиков, представленных на рисунках 4 8 настоящего стандарта

Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата 10 02 | Инв № 41-2000

3 9 Коэффициент теплоотдачи с торцевой поверхности арматуры $\alpha_т$ определяется по тем же формулам (3 5), что и коэффициент теплоотдачи конвекцией α_k^1 Вычисленное значение коэффициента теплоотдачи конвекцией необходимо увеличить на 30%, если теплоотдающая поверхность обращена кверху, или уменьшить на 30%, если книзу В качестве определяющего размера в этом случае берётся диаметр торцевой части модели изделия

3 10 Приближенный расчёт температуры в любом сечении тепловой модели можно произвести с использованием формулы для избыточной температуры

$$\vartheta_{i+1} = \vartheta_i \, e^{-mh},$$

где $m = 2\sqrt{\alpha_i / d_i \cdot \lambda}$ — характеристика теплообмена, 1/м,

d_i—диаметр расчётной ступени или осредненный диаметр конструкции, мм,

$\lambda_м$—теплопроводность металла конструкции, Вт/м К

Температура в заданном сечении определяется по формуле

$$t_{i+1} = \vartheta_{i+1} + t_e,$$

где t_e—температура окружающей среды

Расчёт коэффициентов теплоотдачи на наружных поверхностях клапана У26549-050 и приближенный расчет температур в сечениях 1—1, 2—2 приведён в таблице

Определяемая величина	Вариант1		Вариант 2
	Участок 1	Участок 2	Всё изделие
Средняя температура участка (изделия) t_w °С	190	155	160
Перепад температур Δt_i, °С	170	135	140
Характерный размер h, м	0,047	0 103	0,15
Диаметр ступени м	0 092	0 06	—
Осредненный диаметр м	—	—	0 072
Критерий Грасгофа Gr	0 258 10^7	2 17 10^7	6 97 10^7
Критерий Нуссельта Nu	27 9	46 0	63 6
Коэффициент теплоотдачи конвекцией α_k ккал/м² ч °С	13	10	9 0
Коэффициент теплоотдачи излучением $\alpha_л$ ккал/м² ч °С	2	1 5	1 5
Коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности клапана (общий) α_i ккал/м² ч °С	15	11 5	10 5
Приближенный расчет температур в сечениях 1 – 1 и 2—2			
Характеристика теплообмена m 1/м	4 2	1 7	4 0
Избыточная температура в сечении 1 1 ϑ_{1-1} °С	117		119
Избыточная температура в сечении 2 2 ϑ_{2-2} °С		100	100
Температура в сечении 1 1, °С	167		169
Температура в сечении 2 2, °С		120	120

Подп и дата | Инв № дубл | Взам инв № | Подп и дата | Инв № | Ц1-2000 | Лиф 10 02

3 10 Результаты расчёта двух вариантов показывают, что возможно производить осреднение диаметра выступающей части клапана и выполнять тепловой расчёт для всей конструкции в целом при отношении наружных диаметров ступеней $d_i/d_{i+1} < 1,5$

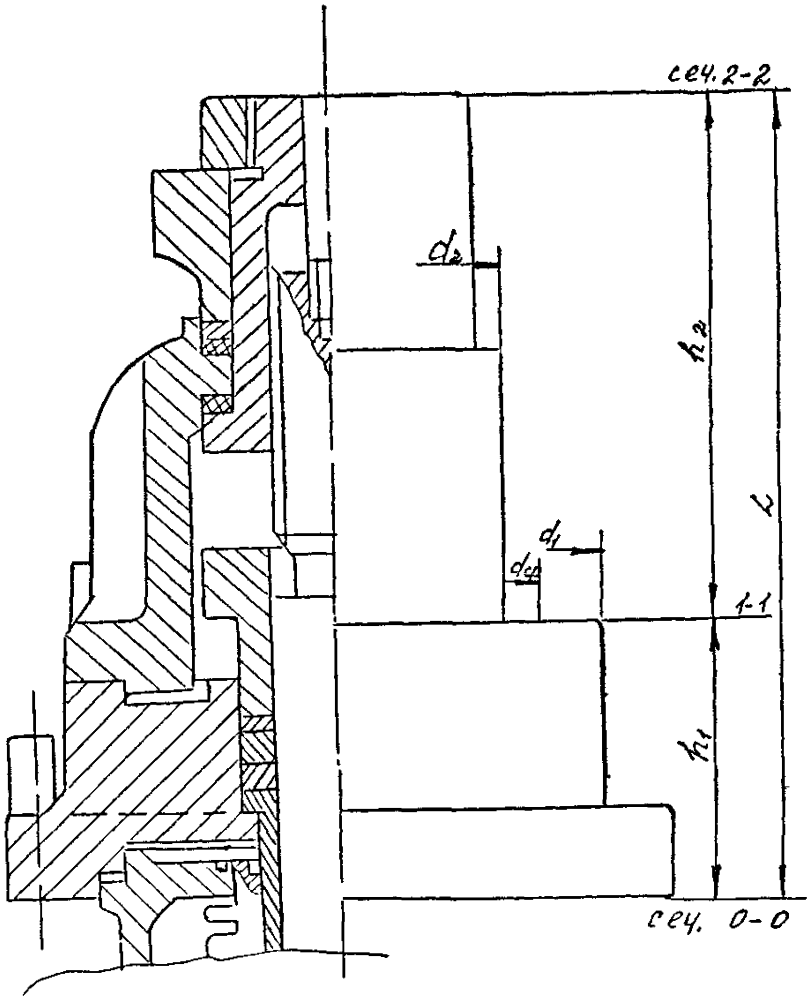


Рисунок 10 Тепловая модель клапана У 26549-050

Инв № | Подп и дата | Взам инв № | Инв № дубл | Подп и дата
Ц1-2000 | 10 02

Приложение Б (справочное)

Литература

1 М А Михеев Основы теплопередачи М , Энергия 1977

2 В П Исаченко и др Теплопередача М , Энергоиздат 1981

3 Н Б Варгафтик Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей М , Наука 1972

4 В С Чиркин Теплофизические свойства материалов ядерной техники М , Атомиздат 1968

5 ВТИ им Дзержинского ,Министерство энергетики и электрификации СССР Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике М -Л , Энергия 1967

6 Д Ф Гуревич, В В Ширяев, И Х Панкин Арматура атомных электростанций М , Энергоиздат 1982

7 Н Б Варгафтик Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей М , Наука 1972

8 В С Чиркин Теплофизические свойства материалов ядерной техники М , Атомиздат 1968

9 Экспериментальное исследование теплообмена в проточных частях арматуры клапанного типа Отчет о НИР/ИФТПЭ, Г Зданавичюс, Каунас, 1991

10 Исследование теплообмена в полости горловины арматуры при различных зазорах между запорным органом и стенкой горловины Отчет о НИР/ИФТПЭ, Г Зданавичюс, № Р 0185003298, инв № 02850085201, Каунас, 1985

Подп и дата
Инв № дубл
Взам инв №
Подп и дата 10 02
Инв № 211-2000

Содержание стр.

1. Область применения....2
2. Нормативные ссылки....2
3. Общие положения....2
4. Исходные данные....3
5. Рекомендации по проведению расчёта количественных характеристик теплообмена в арматуре клапанного типа....3
5.1. Выбор начальных условий расчёта....3
5.2. Расчёт коэффициентов теплоотдачи от рабочей среды к внутренней поверхности проточной части....3
5.3. Расчёт коэффициента теплоотдачи от рабочей среды к внутренней поверхности проточной части (зона золотника и в выходном патрубке) и горловины....4
5.4. Расчёт коэффициента теплоотдачи с наружных поверхностей....9
5.5. Расчёт скорости изменения температуры рабочей среды в расчётной зоне теплообмена....17
6. Тепловая модель....17
Приложения....18

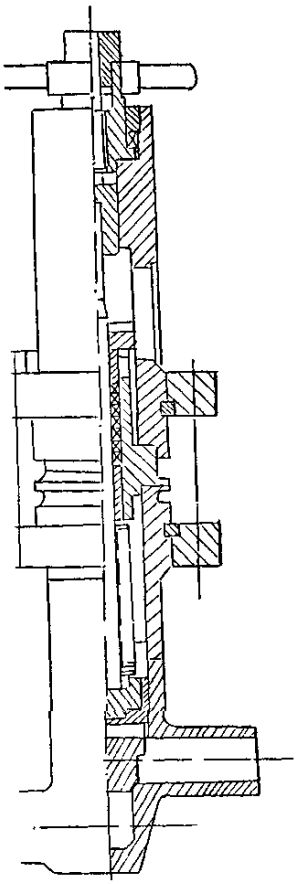
Подп. и дата
Взам. инв. № Инв.№ дубл
Подп. и дата 16.02
Инв. № Д1-2000

Р Д 26-07-31-99

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм	Номера листов (страниц)				№ документа	Подпись	Дата	Срок введения докум
	Измененных	Замененных	Новых	Аннулированных				

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.№ дубл	Подп. и дата
24-2000	10.02			



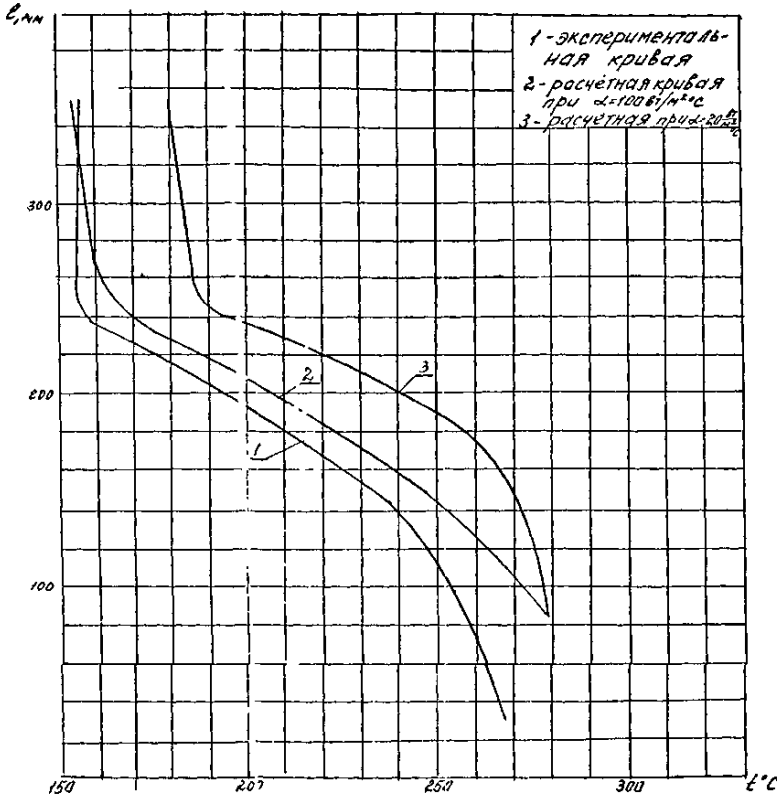


Рисунок 9. Расчетно-экспериментальное распределение температуры на поверхности клапана сильфонного С26416-025 в аварийных условиях ($t_{раб\,ср}$=220°С, $t_{отр\,ср}$=155°С)

gost.e-ecolog.ru