

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер ЦКБА

М.И.Власов  
"15" II 1989 г

ИЗМЕНЕНИЕ №2 РТМ 26-07-234-79 "Медкометаллические уплотнения .  
Рекомендации по применению."

Дата введения 01.01.90

РТМ 26-07-234-79 аннулировать в связи с введением в действие  
РД 26-07-234-89

Заместитель директора ЦКБА  
по научной работе

Ю.И.Тарасьев

Ю.И.Тарасьев

Начальник отдела I6I

Касанов

Р.И.Хасанов

Начальник лаборатории I54

Лебедев

В.И.Лебедевич

Начальник сектора

Сергейнина

Г.И.Сергейнина

Инженер-исследователь

Пономарева

С.Н.Пономарева

## Руководящий документ

---

Арматура трубопроводная.	РД 26 - 07- 234 -89
Жидкометаллические замораживаемые	Взамен
уплотнения.	РТМ 26 - 07 - I78 - 74
Рекомендации по применению	РТМ 26 - 07 - 234 - 79

---

Дата введения 01.01.90

Настоящий руководящий документ устанавливает конструкцию, основные размеры, методику расчёта и требования к эксплуатации жидкокометаллических замораживаемых уплотнений, предназначенных для уплотнения штоков, имеющих поступательное перемещение, в задвижках Ду до 800 мм, Рр до 2 МПа (20 кгс/см<sup>2</sup>) и в клапанах сильфонных Ду до 300 мм, Рр МПа (40кгс/см<sup>2</sup>), применяемых для жидкокометаллических сред-натрия и сплава свинец-висмут.

## I. Общие положения

I.1. Жидкометаллические замораживаемые уплотнения штоков образуются вследствие затвердевания рабочей среды в зазоре между штоком и охватывающей его крышкой в результате охлаждения зоны уплотнения водой, циркулирующей в камере охлаждения или окружающим воздухом за счёт теплоотдачи с поверхности охлаждения.

I.2. В задвижках, применяемых для жидкого натрия, жидкometаллическое уплотнение выполняет функцию основного уплотнения, в сильфонных клапанах-дублирующего уплотнения.

I.3. В задвижках, работающих при температуре окружающего воздуха до 60<sup>0</sup>С, с рабочими температурами для жидкometаллических сред до 600<sup>0</sup>С следует применять уплотнения, охлаждаемые воздухом с помощью ребристой поверхности крышки.

I.4. В сильфонных клапанах следует применять уплотнения, охлаждаемые проточной водой с температурой от 6 до 60<sup>0</sup>С.

I.5. В арматуре, предназначенной для жидкого натрия, применение водяного охлаждения не допускается.

## 2. Конструкция и размеры

2.1. Конструкция и основные размеры уплотнения с водяным охлаждением должны соответствовать черт. I и табл. I.

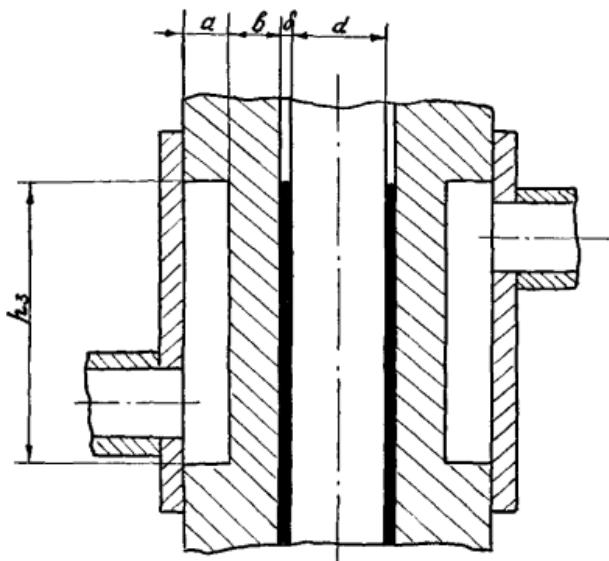
2.2. Конструкция уплотнения с ребристой поверхностью крышки должна соответствовать черт. 2.

2.3. Шероховатость поверхности штока на участке, перемещающемся в зоне уплотнения должна быть не более 1,6 мкм.

2.4. Шероховатость поверхности крышки, охватывающей шток, должна быть не более 12,5 мкм.

2.5. Конструкция и размеры дублирующего сальника - по ОСТ 26-07-2050-82, исполнение III с заменой втулки поднабивочной на втулку поз.3 черт.2 и нижнего кольца набивочного на кольцо графитовое поз.4 черт.2.

## Уплотнение с водяным охлаждением.



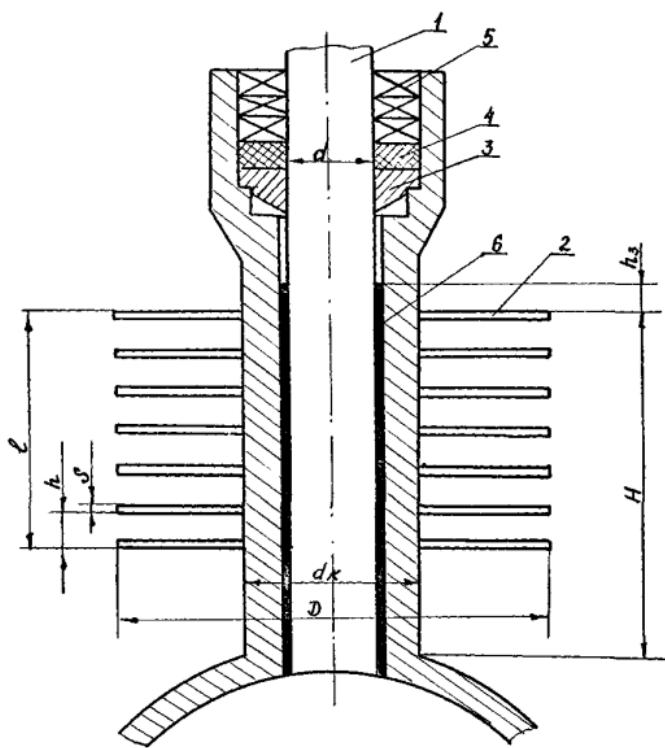
Черт. 1

Размеры в мм.

Таблица 1.

Проход условный (Dу)	$d$ пред. откл. $h_{12}$	$a$ не менее	$b$ не более	$h_3$ не менее	$\delta$ пред. откл.: 0,05
От 15 до 100 вкл.	От 10 до 40 вкл.	8	8	30	0,25
Св. 100 до 300 вкл.	40	10	9	50	0,25
	50	15	15	80	0,30
	80	20	20	100	0,50

## Уплотнение с воздушным охлаждением



1 - шток ; 2 - ребристая поверхность ; 3 - втулка ;  
 4 - графитовое кольцо ; 5 - удублирующий сальник ;  
 6 - уплотнение

Черт. 2

2.6. Конструкция и размеры поднабивочной втулки (поз.3 черт.2) должны соответствовать черт.3 и табл.2.

2.7. Размеры проточки под сальниковой камерой для размещения втулки поз.3 черт.2 должны соответствовать черт.4 и табл.3.

2.8. В качестве материала дублирующего уплотнения следует применять набивки АФТ по ГОСТ 5152-84.

2.9. Толщину графитового кольца следует выбирать в диапазоне размеров от 15 до 25 мм.

2.10. Графитовое кольцо должно быть изготовлено из порошкового или чешуйчатого графита, по ГОСТ 4404-78, спрессованного удельным давлением 50 МПа (500 кг/см<sup>2</sup>). Допускается опрессовку производить непосредственно в сальниковой камере.

2.11. Размеры оребрения  $h$  ,  $S$  ,  $\mathcal{D}$  ,  $\ell$  принимаются конструктивно с учётом теплового расчёта по разделу 4.

### 3. Расчёт высоты расположения водяной камеры охлаждения

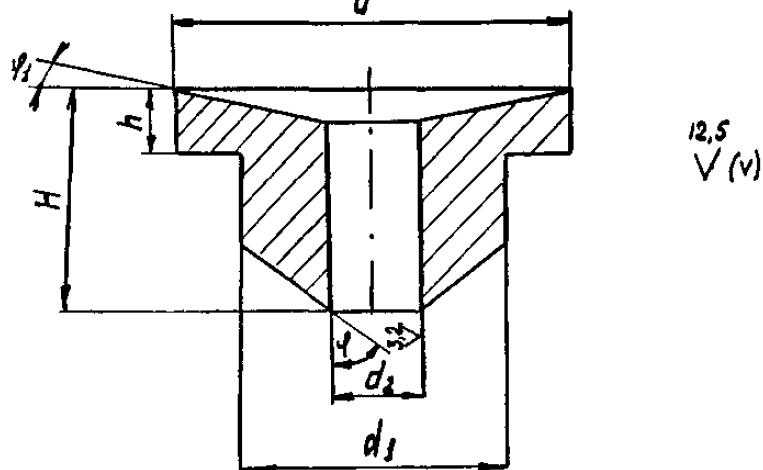
3.1. Высота  $H$  определяется по отношению к проточной части арматуры согласно расчётной схеме, приведенной на черт.5.

Пример расчёта высоты водяной камеры приведён в приложении 2.

#### 3.2. Исходные данные:

- температура рабочей среды  $t_o$  ,<sup>0</sup>C;
- температура окружающего воздуха  $t_a$  ,<sup>0</sup>C;
- температура охлаждающей воды на входе  $t_b$  ,<sup>0</sup>C;
- температура плавления уплотняющего металла рабочей среды  $t_{ml}$  ,<sup>0</sup>C;
- коэффициент теплопроводности материала крышки клапана  $\lambda$  ,  $\frac{W}{m \cdot \text{град}}$  :

## Поднабивочная втулка



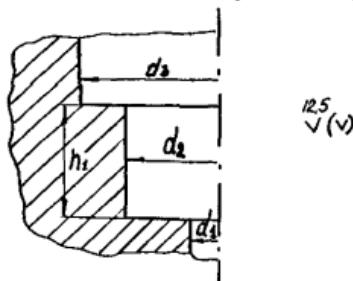
черт. 3

Размеры в мм

Таблица 2

Диам	$d_{B+2}$	$d_{1hg}$	$d_{2H}$	$H$	$h$	$\varphi$	$\varphi_1$
14	24	20	14	8	3	45	15
16	26	22	16	10	3	45	15
18	30	26	18	14	3	45	15
20	32	28	20	16	4	45	15
22	34	30	22	17	4	45	15
24	40	34	24	19	4	45	15
26	42	35	26	21	4	45	15
28	44	38	28	22	5	45	15
30	46	40	30	22	5	45	15
32	52	46	32	26	6	45	15
36	56	50	36	28	6	45	15
40	60	54	40	32	6	45	15
44	64	60	44	35	7	45	15
48	68	64	48	38	7	45	15
50	70	66	50	40	7	45	15
55	80	75	55	44	7	45	15
60	85	80	60	48	7	45	15
70	95	90	70	56	9	45	15
80	105	100	80	64	9	45	15
90	115	110	90	72	9	45	15

## Проточка под сальниковую камеру

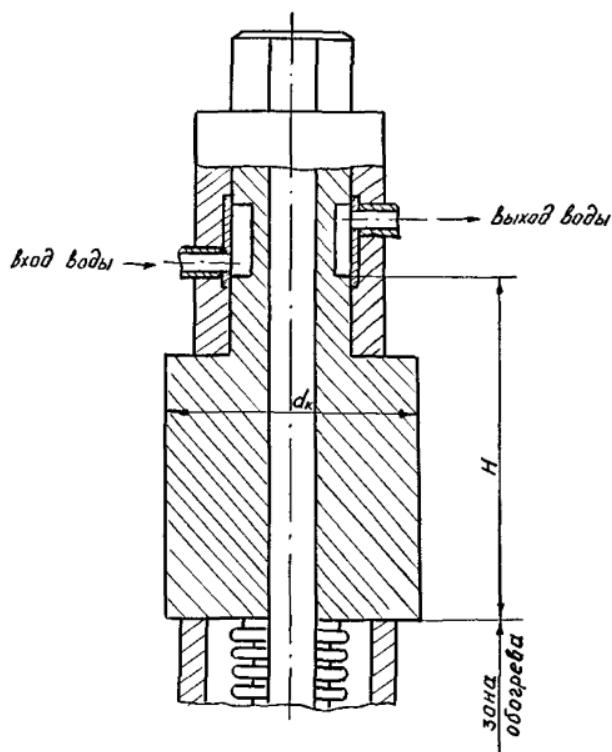


Черт. 4

Размеры в мм. Таблица 3

$d_{шт}$	$d_1 H_{II}$	$d_2 H_g$	$d_3 H_{II}$	$h_1$
14	14,5	20	24	6
16	16,5	22	26	8
18	18,5	26	30	12
20	20,5	28	32	15
22	22,5	30	34	14
24	24,5	34	40	18
26	26,5	35	42	18
28	28,5	38	44	18
30	30,5	40	46	18
32	32,5	46	52	21
36	36,5	50	56	23
40	40,5	54	60	27
44	44,0	60	64	29
48	49,0	64	68	32
50	51,0	66	70	34
55	56,0	75	80	38
60	61,0	80	85	42
70	71,0	90	95	48
80	81,0	100	105	56
90	91,0	110	115	64

Расчетная схема для определения высоты  $H$ .



Черт. 5

3.3. Приближенное значение высоты расположения камеры охлаждения  $H$  определяется без учёта наружного теплообмена по формуле

$$H = \frac{\lambda}{Q} \cdot F(t_0 - t_{nl.}) \quad (1)$$

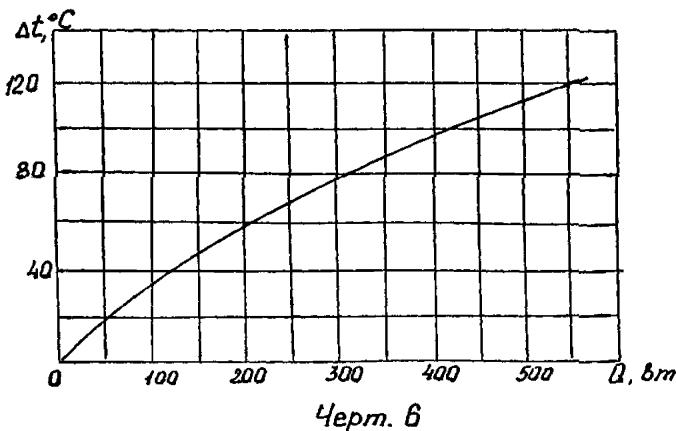
$\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала, вт/м град ,  
 $F = \frac{\pi d_k^2}{4}$  - площадь поперечного сечения конструкции,  $\text{м}^2$ ,

$d_k$  - наружный диаметр конструкции по черт.5, м,

$Q$  - количество тепла, снимаемое охлаждающей камерой, вт.

3.4. Величина  $Q$  определяется по графику черт.6 в зависимости от перепада температур в зоне охлаждающей камеры между температурой плавления рабочей среды и охлаждающей водой.

$$\Delta t = t_{nl.} - t_b$$



Черт. 6

3.5. Уточненное значение высоты  $H$  с учётом наружного теплообмена определяется по формуле

$$H_{min} = \frac{Q}{\lambda \cdot F \cdot m^2} \cdot \frac{\sqrt{1+2\left(\frac{\lambda \cdot F \cdot m}{Q}\right)^2 (t_0 - t_{nl.})(t_{ml} - t_a)} - 1}{t_{nl.} - t_a} \quad \text{где} \quad (2)$$

- характеристика теплообмена,  $1/\text{м}$  определяется по РТМ 26-07-122-71 в зависимости от температуры  $U$ , величины комплекса  $\rho_2 \cdot \rho_2$

и температуры окружающей среды  $t_a$ ,

$$C_2 \cdot \rho_2 = \frac{\beta \cdot g \cdot d^3 \cdot \mathcal{V}}{D_2 \cdot a} ;$$

$\beta$  - коэффициент объёмного расширения, 1/град,

$g$  - ускорение силы тяжести, м/сек<sup>2</sup>,

$\mathcal{V}$  - относительная температура,  $\mathcal{V} = \frac{t_o + t_m}{2} - t_a$ , град,

$D$  - коэффициент кинематической вязкости, м<sup>2</sup>/сек,

$Q$  - коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/сек.

#### 4. Расчёты высоты расположения воздушной камеры охлаждения

4.1. Минимальная высота  $H$  (черт.2) определяется от основания крышки по формуле

$$H = \frac{(t_o - t_{ml}) \cdot d_k}{(t_{ml} - t_a) 2\sqrt{Bi} \cdot \frac{f_{reb}}{f}} ; \quad (3)$$

где  $Bi = \frac{\lambda \cdot d_k}{\lambda}$  и

$t_o$  - температура рабочей среды, °С,

$t_{ml}$  - температура плавления уплотняющего металла, °С,

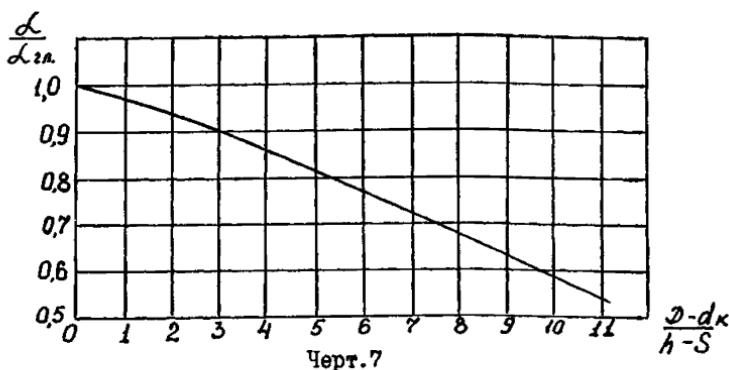
$t_a$  - температура окружающего воздуха, °С, (max. значение)

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности материала арматуры, вт/м град,

$\lambda$  - коэффициент теплоотдачи от воздуха к ребрам, определяется из графика черт.7

$f_{reb}$  - поверхность ребер, м<sup>2</sup>

$f$  - поверхность гладкой части крышки



$\mathcal{L}_{2a}$  - коэффициент теплоотдачи от гладкой неоребренной поверхности диаметром  $d_k$  (черт.2), определяется по РД 26-07-122-71, вт/м<sup>2</sup> град.

Пример расчёта высоты воздушной камеры приведен в приложении I.

4.2. Для расчёта по формуле (3) задаются из конструктивных соображений размерами  $D, h, S$ , указанными на черт.2, при этом должно быть выдержано соотношение графика черт.7, т.е.  $\frac{D-d_k}{h-S} \leq 11$

4.3. Высота замороженного слоя уплотняющего металла  $h_3$ , необходимая для обеспечения герметичности, определяется из табл. I (занчения "h<sub>3</sub>").

Расстояние от замороженного слоя до основания втулки поз.3,черт.2 должно быть не менее 30 мм.

### 5. Расчёт усилий, необходимых для перемещения штока в зоне замораживающего устройства

5.1. Усилие, затрачиваемое на перемещение штока в начальный момент в зоне замораживаемого устройства определяется по формуле:

$$S = \pi \cdot d \cdot h_3 \cdot \tau \quad , \text{ где}$$

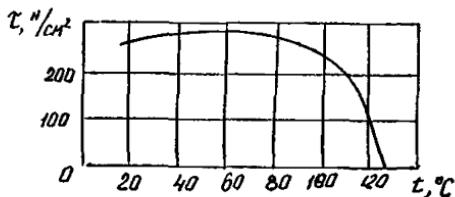
$h_3$  - высота затвердевшего кольца, см,

$\tau$  - касательное напряжение среза, Н/см<sup>2</sup>,

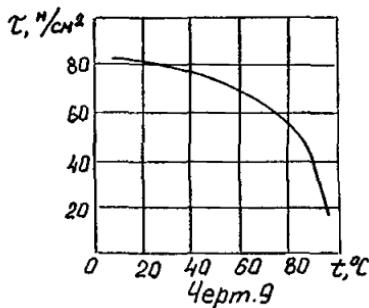
для затвердевшей рабочей среды.

5.2. Значения касательных напряжений для сплава свинец-висмут и натрия выбираются по графикам, представленным на черт.8.9 при средней температуре затвердевшего кольца  $t_{cp.}$ , которая определяется по формуле

$$t_{cp.} = \frac{t_b + t_{pl.}}{2};$$



Черт. 8.



## 6. Требования к эксплуатации

6.1. Привод задвижки с уплотнением, охлаждаемый проточной водой, должен обеспечить скорость перемещения штока не более 170 мм/мин. Допускается единичное срабатывание в аварийной ситуации со скоростью 200–300 мм/мин. Пример расчёта усилий, необходимых для перемещения штока в зоне замораживаемого устройства, приведен в приложении 3.

6.2. При производстве циклов "открыто-закрыто" выдержка между ним

должна составлять не менее 10 мин.

6.3. При установке задвижек с ребристой поверхностью необходимо обеспечить тепловую защиту от излучения возможными сторонними источниками тепла.

6.4. Минимально допустимый расход воды должен быть определен из условий

$$t_b' < t_{nn.} ; \quad t_b' < t_{кип.} \quad , \text{ где}$$

$t_b'$  - температура воды на выходе из охлаждающей камеры,  
 $t_{кип.}$  - температура кипения воды.

Приложение I  
(Справочное)

Пример расчёта высоты воздушной камеры  
охлаждения

1. Расчёт производится с целью определения высоты воздушной камеры охлаждаемой окружающим воздухом и обеспечивающей образование замораживаемого уплотнения штока.

2. Исходные данные для расчёта сведены в таблицу 4.

Таблица 4

$t_o$ , °C	$t_{pl.}$ , °C	$t_a$ , °C	$\lambda$ нет. Вт/м град	$D_{ред.}$ , м	$d_k$ , м	$h$ , м	$S$
400	98	40	20	0,18	0,07	0,05	0,01

Размеры  $D$ ,  $d$ ,  $h$ ,  $S$  задаются из конструктивных соображений, при этом должно быть выдержано соотношение графика черт.7.

3. Расчётные величины и формулы сведены в таблицу 5.

Таблица 5

$\frac{D - d_k}{h - S}$	$\frac{L}{L_{2n}}$	$L_{2n}$ , Вт/м <sup>2</sup> °C	$\lambda = 0.9 \lambda_u$	$B_i = \frac{\lambda \cdot d_k}{\lambda}$	$f_{ред.} \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{4} (D_{ред.}^2 \cdot d_k^3) + \pi D_p S$ , м <sup>2</sup>	$f_{2n} \cdot \pi d_k h$ , м <sup>2</sup>	$H = \frac{(t_o - t_{na}) \cdot d_k}{(t_{na} - t_a) 2 f_{ред.} \cdot f_{2n}}$ , м
2,75	0,9 из графика черт.7 данного РД	16,4 из РД 26-07- 122-89	14,76	0,05	0,057	0,011	0,17

Приложение 2  
(Справочное)

Пример расчёта высоты расположения водяной камеры охлаждения

1. Расчёт производится с целью определения высоты конструкции арматуры от проточной части до водяной камеры, что обеспечит образование затвердевшего уплотнительного слоя металла за счёт : а) теплоотдачи при свободной конвекции с расчётной высоты, б) охлаждения зоны уплотнения водой, циркулирующей в камере охлаждения .

2. Исходные данные для расчёта сведены в таблицу 6

Таблица 6

$t_o$ , °C	$t_{nn.}$ , °C	$t_a$ , °C	$\lambda_{ног.}$ , вт/м град	$t_{охл.в.}$ , °C	$d_k$ , м	$H$ , м
400	98	40	20	18	0,06	0,41

3. Термофизические параметры:  $\lambda$ ,  $\nu$ ,  $\rho$  определяются при  $t_a = 40^{\circ}\text{C}$ .

4. Коэффициенты теплоотдачи излучением и свободной конвекцией определяются при средней температуре тела, равной

$$t = \frac{t_o + t_{nn.}}{2} .$$

5. Количество тепла, снимаемое охлаждаемой камерой, определяется по графику черт.6 в зависимости от  $\Delta t = t_{nn.} - t_{охл.в.}$ .

6. Расчётные величины и формулы сведены в таблицу 7.

Таблица 7

$\alpha_k = \frac{0,75(G_2 \cdot P_2)^{0,25}}{4}$ Вт/м <sup>2</sup> °C	$\alpha_n = C_0 E \left( \frac{T}{T_{nn}} \right)^2 \left( \frac{T_{nn}}{T_{ta}} \right)^4$ Вт/м <sup>2</sup> °C	$F = \frac{\pi d^2}{4}$ м <sup>2</sup>	$m = 2\sqrt{\frac{\alpha}{\lambda \cdot d}}$ 1/м	$H = \frac{Q}{\lambda \cdot F \cdot m^2} \cdot \sqrt{1 + 2 \left( \frac{\lambda \cdot F \cdot m}{d} \right)^2} \cdot \frac{(t_{nn} - t_{ta})(t_{nn} - t_{ta})^{-1}}{\frac{t_{nn} - t_{ta}}{M}}$ М
9,3	3,7	$28,2 \cdot 10^{-4}$	6,6	0,053

Приложение 3  
(Справочное)

Пример расчёта усилий, необходимых для перемещения штока в зоне замораживаемого устройства

I. Исходные данные для расчёта сведены в таблицу 8

Таблица 8

$t_b$ , °C	$t_{nn.}$ , °C	$t_{cp.}$ , °C	$d$ , см	$\rho$ , МПа	$\tau$ , Н/см <sup>2</sup>
18	98 (для натр.)	$t_{cp} =$ $= \frac{t_b + t_{nn.}}{2}$	6	20	70 по графику черт.9 в зависимости от средней температуры затвердевшего кольца ( $t_{cp}$ )

2. Усилие, затрачиваемое на перемещение штока в начальный момент в зоне замораживаемого устройства (для натриевого кольца)

$$S = \pi \cdot d \cdot h \cdot \tau = 3,14 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 70 = 12000 \text{ Н}$$

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН ЦКБА ЛенНПОА "Знамя труда" им.И.И.Лепсе

## ИСПОЛНИТЕЛИ

Ю.И.Тарасьев, Р.И.Хасанов, В.И.Лебедевич, канд.техн.наук;  
 Г.И.Сергеевина (руководитель темы); Г.А.Митин.

2. УТВЕРЖДЕН ЛенНПОА "Знамя труда" им.И.И.Лепсе и зарегистрирован за

№ от

3. СРОК ПРОВЕРКИ 1994 г.

Периодичность проверки - пять лет

4. ВЗАМЕН РТМ 26-07-178-74, РТМ 26-07-234-79

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ОСТ 26-07-2050-82	2,5
РТМ 26-07-122-71	4, I
РД 26-07-122-89	Приложение I