

**Технический комитет по стандартизации
«Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259)**

**Закрытое акционерное общество
«Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»**



ЦКБА

СТ ЦКБА 086-2010

**Арматура трубопроводная
ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ
ДЛЯ СИЛОВЫХ РАСЧЁТОВ АРМАТУРЫ**

**Санкт-Петербург
2010**

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Закрытым акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (ЗАО «НПФ «ЦКБА»).
- 2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 27.05.2010 г. № 27
- 3 СОГЛАСОВАН: Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259).
- 4 ПЕРЕИЗДАНИЕ на основе РМ 3-62 «Руководящий технический материал. Приложение к силовым расчётам запорной арматуры» за исключением учёта современных требований к оформлению, современных нормативных ссылок и использования системы единиц измерения СИ.
- 5 Взамен РМ 3-62.

СОДЕРЖАНИЕ

- | |
|--|
| 1 Область применения |
| 2 Нормативные ссылки |
| 3 Термины и определения |
| 4 Расчёт усилий, необходимых для уплотнения затвора арматуры |

5 Коэффициенты трения

6 Условное плечо крутящего момента в трапецидальной резьбе

7 Усилия перемещения клина или дисков задвижек

8 Крутящие моменты при управлении арматурой

СТАНДАРТ ЦКБА

Арматура трубопроводная

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ СИЛОВЫХ РАСЧЁТОВ АРМАТУРЫ

Дата введения 01.07.2010

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на запорную арматуру, предназначенную для перекрытия потока рабочей среды с определённой герметичностью, и устанавливает технические данные и характеристики для силовых расчётов арматуры.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы следующие нормативные документы:

ГОСТ 24737-81 Резьба трапецидальная однозаходная. Основные размеры

ГОСТ 27674-88 Трение, изнашивание и смазка. Термины и определения

СТ ЦКБА 002-2003 Арматура трубопроводная. Задвижки. Методика силового расчёта

СТ ЦКБА 037-2006 Арматура трубопроводная. Узлы сальниковые. Конструкция, основные размеры и технические требования

СТ ЦКБА 057-2008 Арматура трубопроводная. Коэффициенты трения в узлах арматуры

СТ ЦКБА 068-2008 Арматура трубопроводная. Затворы запорных клапанов с уплотнением «металл по металлу»

СТ ЦКБА 072-2009 Арматура трубопроводная. Крутящие моменты и размеры маховиков и рукояток

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины по ГОСТ 27674 с соответствующими определениями:

3.1 коэффициент трения: Отношение силы трения двух тел к нормальной силе, прижимающей эти тела друг к другу.

3.2 сила трения: Сила сопротивления при относительном перемещении одного тела по поверхности другого под давлением внешней силы, тангенциально направленная к общей границе между этими телами.

3.3 трение движения: Трение двух тел, находящихся в движении относительно друг друга.

3.4 трение без смазочного материала (сухое трение): Трение двух тел при отсутствии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.

3.5 трение со смазочным материалом: Трение двух тел при наличии на поверхности трения введённого смазочного материала любого вида.

4 Расчёт усилий, необходимых для уплотнения затвора арматуры

4.1 Определение усилий, необходимых для уплотнения затвора арматуры:

а) при удельных давлениях q_y , отнесённых к единице поверхности, усилие уплотнения определяется по формуле (1):

$$Q_y = q_y \cdot f \cdot n_1, (H) \quad (1)$$

где f - площадь уплотнительной поверхности, (мм^2),

для круглых колец:

$$q_y = m \cdot \frac{c + 10 \cdot k \cdot P}{\sqrt{10 \cdot b}} \quad (\text{H}/\text{мм}^2);$$

б) при удельных давлениях q_y , отнесённых к единице длины, усилие уплотнения определяется по формуле (2):

$$Q_y = q_y \cdot L \cdot n_1, (H), \quad (2)$$

где L - длина линии уплотнения, (мм),

для уплотнения при $b \neq 0$

$$q_y = m \cdot (c + 10 \cdot k \cdot P) \cdot \sqrt{0,1 \cdot b}, \quad (\text{H}/\text{мм});$$

для уплотнения при $b = 0$ (ножевое уплотнение)

$$q_y = m \cdot q'_y, \quad (\text{H}/\text{мм}),$$

где m - коэффициент, учитывающий влияние среды (см. таблицу 1);

P - давление среды, МПа;

c и k - коэффициенты, зависящие от материала уплотнения (см. таблицу 2);

b - ширина уплотнения, (мм);

q'_y - удельное давление, зависящее от материала уплотнения, (см. таблицу 3);

n_1 - коэффициент, учитывающий угол наклона и трение (см. таблицу 6), для плоского уплотнения $n_1 = 1$ ($\beta = 90^\circ$).

Таблица 1 - Коэффициент m , учитывающий влияние среды

Среда	m
Жидкая среда	1,0
Воздух, пар и др. газы	1,5
Водород, гелий, керосин, бензин	2,0

Таблица 2 - Коэффициенты c и k

Материалы уплотнительных колец	c	k
Сталь и твёрдые сплавы	35	1,0
Чугун, бронза, латунь	30	1,0
Алюминий и его сплавы, текстолит, фторопласт, полиэтилен, эбонит, винипласт, сополимер твёрдый	18	0,9
Кожа, резина средней твёрдости, пластикат, сополимер мягкий	4	0,6

Таблица 3 - Удельные давления q'_y , отнесённые к единице длины

Материалы уплотнительных колец	q'_y , (Н/мм)
Резина мягкая, сополимер мягкий	5
Резина средней твёрдости, пластикат, кожа, свинец	8
Эбонит, фторопласт, текстолит, полиэтилен, винипласт, сополимер твёрдый	15
Алюминий, медь, баббит, латунь мягкая	20
Латунь, твёрдая бронза, чугун	25
Сталь и твёрдые сплавы	30

Примечания

1 При уплотнительных кольцах, изготовленных из разных материалов, величина q_y (или q'_y) принимается по наиболее мягкому материалу.

2 В отдельных технически обоснованных случаях допускается снижение удельных давлений по сравнению с приведёнными.

4.2 Расчёт усилий, необходимых для уплотнения

4.2.1 Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

4.2.1.1 Конструкция плоского уплотнения с шириной уплотнения $b \neq 0$ (контакт по поверхности) приведена на рисунке 1.

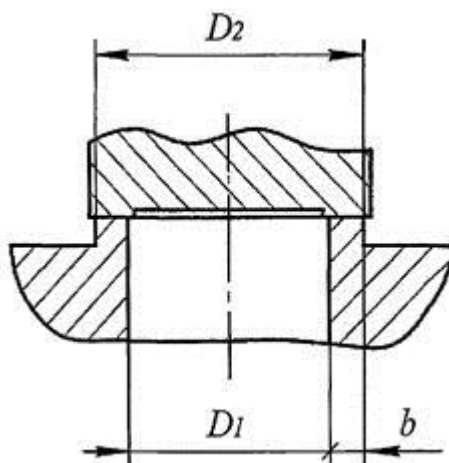


Рисунок 1 - Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

4.2.1.2 Усилие Q_y , необходимое для уплотнения, определяется по формулам (3) и (4):

$$Q_y = q_y \cdot f_1, (H) \quad (3)$$

где q_y - отнесено к единице поверхности,

$$q_y = m \cdot \frac{c + 10 \cdot \kappa \cdot P}{\sqrt{10 \cdot b}},$$

$$f = \pi \cdot D_{cp} \cdot b, (\text{мм}^2),$$

где $D_{cp} = 0,5 \cdot (D_1 + D_2)$ (мм),

$b = 0,5(D_2 - D_1)$ (мм)

m, c и κ - см. таблицы 1 и 2;

P - рабочее давление, МПа;

b - ширина уплотнения (см. рисунок 1).

$$Q_y = q_y \cdot L, (H), \quad (4)$$

где q_y - отнесено к единице длины,

$$q_y = m \cdot (c + 10 \cdot \kappa \cdot P) \cdot \sqrt{0,1 \cdot b}, (H/\text{мм});$$

$L = \pi \cdot D_{cp}$ (мм).

4.2.2 Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

4.2.2.1 Конструкция плоского уплотнения с шириной уплотнения $b = 0$ (ножевое, контакт по линии) приведена на рисунке 2

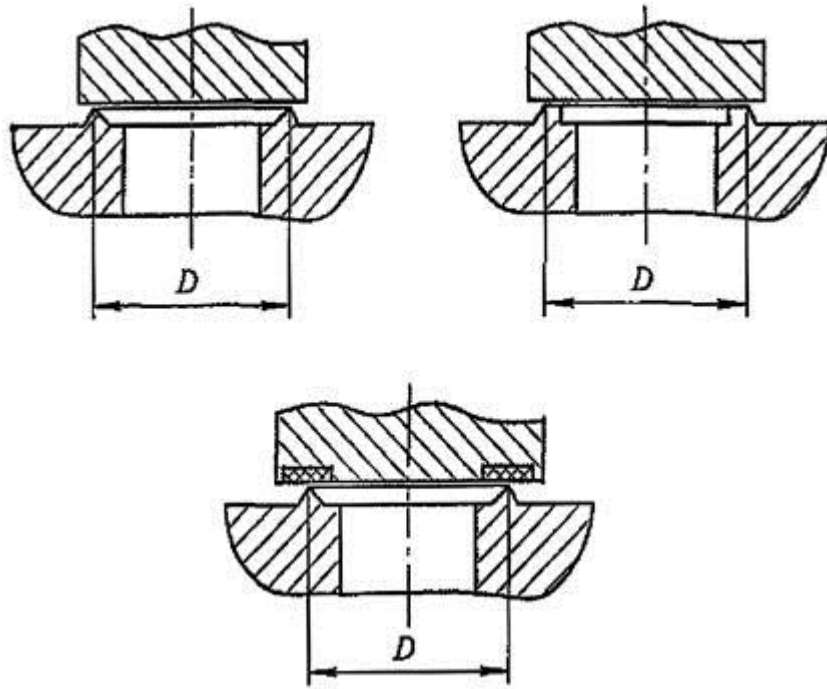


Рисунок 2 - Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

4.2.2.2 Усилие Q_y , необходимое для уплотнения, определяется по формуле (5):

$$Q_y = q_y \cdot L, \text{ (Н)} \quad (5)$$

где q_y - отнесено к единице длины,

$$q_y = m \cdot q'_y, \text{ (Н/мм);}$$

m - см. таблицу 1;

q'_y - см. таблицу 3;

$$L = \pi \cdot D, \text{ (мм).}$$

4.2.3 Диафрагмовое уплотнение

4.2.3.1 Конструкция диафрагмового уплотнения приведена на рисунке 3

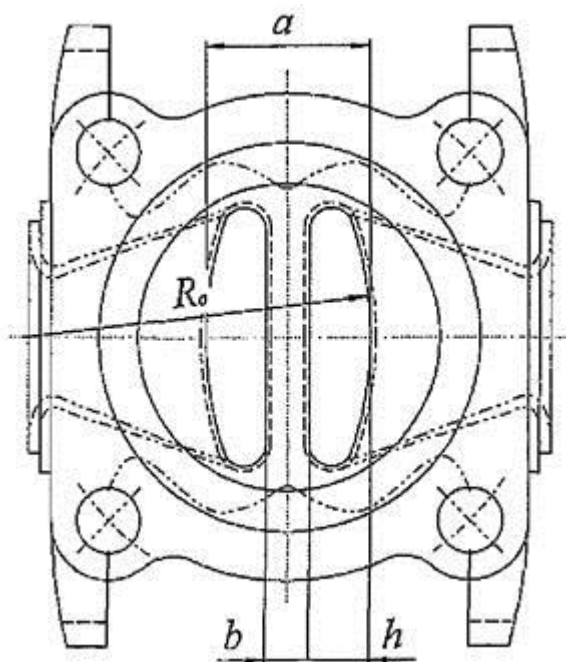


Рисунок 3 - Диафрагмовое уплотнение

4.2.3.2 Усилие Q_y , необходимое для уплотнения, определяется по формуле (6):

$$Q_y = q_y \cdot f, \text{ (Н)} \quad (6)$$

где q_y - удельное давление, отнесённое к единице поверхности (см. таблицу 4);

$$f = \frac{\pi}{4} D^2 - R_0(4h - 0,86R_0),$$

где D - диаметр мембраны по месту заделки;

$$h = 0,5(a - b).$$

Таблица 4 - Удельное давление, отнесённое к единице поверхности

Материал	q_y , МПа
Резина, пластикат, сополимер мягкий	От 1,5 до 2,0
Полиэтилен, фторопласт, сополимер твёрдый	От 4,0 до 5,0
Примечание - значения q_y приняты ориентировочно до получения экспериментальных данных.	

4.2.4 Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

4.2.4.1 Конструкция конусного уплотнения с шириной уплотнения $b \neq 0$ приведена на рисунке 4

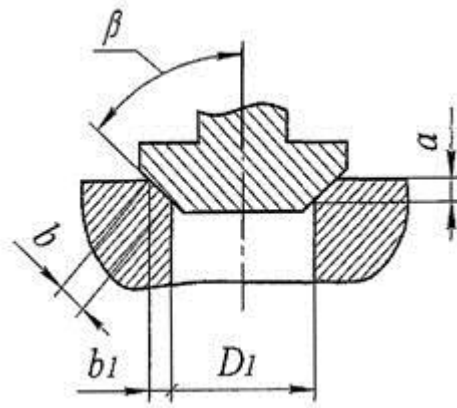


Рисунок 4 - Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

4.2.4.2 Усилие Q_y , необходимое для уплотнения, определяется по формуле (7):

$$Q_y = \max(Q_{y_1}, Q_{y_2}) \quad (\text{Н}) \quad (7)$$

где:

1) Q_{y_1} - усилие, необходимое для уплотнения:

- при контакте по поверхности

$$Q_{y_1} = q_y \cdot f_n \cdot n = q_y \cdot f \cdot n_1 \quad (\text{Н})$$

а) q_y отнесено к единице поверхности,

$$q_y = m \cdot \frac{c + 10 \cdot \kappa \cdot P}{\sqrt{10 \cdot b}} \quad (\text{Н/мм})$$

m , c , и κ - коэффициенты (см. таблицы 1 и 2);

P - рабочее давление, МПа;

b - ширина уплотнения, мм,

$$b = \frac{a}{\cos \beta};$$

f_n - площадь проекции уплотнения (площадь кольца),

$$f_n = \pi \cdot D_{cp} \cdot b_1, \quad (\text{мм}^2);$$

$$D_{cp} = D_1 + b_1 = D_1 + a \cdot \text{tg} \beta \quad (\text{мм});$$

b_1 - проекция ширины уплотнения,

$$b_1 = a \cdot \text{tg} \beta;$$

f - площадь уплотнительной поверхности (боковая поверхность усечённого конуса),

$$f = \frac{f_n}{\sin \beta}, (\text{мм}^2);$$

n и n_1 - коэффициенты, учитывающие угол наклона β и трение в уплотнении,

$$n = 1 + \frac{\mu}{\text{tg} \beta}, (\text{см. таблицу 5});$$

$n_1 = \sin \beta + \mu \cos \beta$, (см. таблицу 6);

μ - коэффициент трения в уплотнении, $\mu = 0,3$.

Таблица 5 - Коэффициент n , учитывающий угол наклона β и трение в уплотнении

Коэффициент n для угла наклона β			
30°	45°	60°	90°
1,5	1,3	1,2	1,0

Таблица 6 - Коэффициент n_1 , учитывающий угол наклона β и трение в уплотнении

Коэффициент n_1 для угла наклона β			
30°	45°	60°	90°
0,75	0,90	1,02	1,00

- при контакте по линии

$$Q_{y1} = q_y \cdot L \cdot n_1, (\text{Н})$$

б) q_y , отнесено к единице длины,

$$q_y = m \cdot (c + 10 \cdot \kappa \cdot P) \cdot \sqrt{0,1 \cdot b}, (\text{Н/мм})$$

$$L = \pi \cdot D_{\text{ср}}, (\text{мм})$$

2) Q_{y2} - усилие, необходимое для уплотнения, при контакте по линии,

$$Q_{y2} = q_y \cdot L \cdot n_1, (\text{Н})$$

где q_y - отнесено к единице длины;

$$q_y = m \cdot q'_y \cdot \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}} \right);$$

q'_y - см. таблицу 3.

4.2.5 Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

4.2.5.1 Конструкция конусного уплотнения с шириной уплотнения $b = 0$ (ножевое, контакт по линии) приведена на рисунке 5

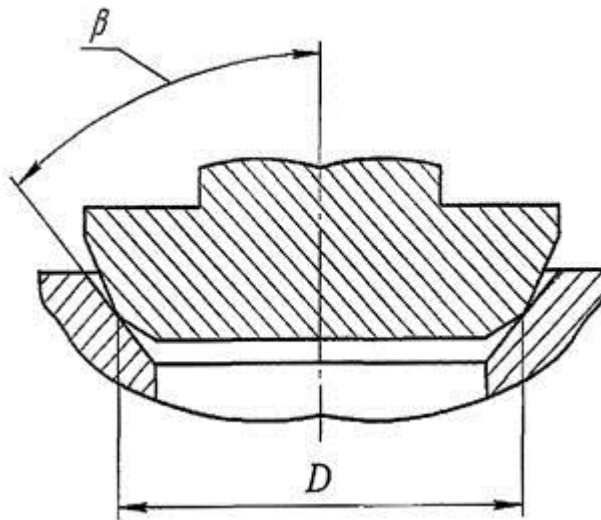


Рисунок 5 - Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

4.2.5.2 Усилие Q_y , необходимое для уплотнения, определяется по формуле:

$$Q_y = q_y \cdot L \cdot n_1, \text{ (Н)} \quad (8)$$

где q_y , отнесено к единице длины;

m - см. таблицу 1;

$$q_y = m \cdot q'_y;$$

q'_y - см. таблицу 3;

$$L = \pi \cdot D, \text{ (мм);}$$

n_1 - см. таблицу 6.

4.2.5.3 Предельно допустимые удельные давления q_n на уплотнительных кольцах арматуры приведены в таблице 7)

Таблица 7 - Предельно допустимые удельные давления q_n на уплотнительных кольцах арматуры

Материал колец	Марка	Твёрдость	q_n , МПа,	
			для	
			клапанов	задвижек
Чугун серый	СЧ 15-32 и др.	170 - 220 НВ	-	30
Латунь	ЛС59-1	70 - 90 НВ	80	20
	ЛМцС58-2-2			

Материал колец	Марка	Твёрдость	q_n , МПа,	
			для	
			клапанов	задвижек
	Л62			
Латунь кремнистая	ЛК80-3	100 НВ	100	25
Бронза	БрАЖМц10-3-1,5	120 - 220 НВ	100	35
	БрАЖН10-4-4			
Сталь высоколегированная (нержавеющая, кислотостойкая, жаропрочная)	12Х18Н9Т	121 - 179 НВ	150	15
	10Х17Н13М2Т	121 - 179 НВ		
	15Х18Н12СЧТЮ	155 - 170 НВ		
	ЭИ943	135 - 185 НВ	250	25
	20Х13	33 - 42 НС		
14Х17Н2	22 - 31 НС			
Сталь легированная	38ХВФЮ	Азотирование	300	80
	38ХМЮА	≥ 600 НВ		
Твёрдый сплав (наплавка)	Стеллит ВЗК	≥ 40 НС	800	80
	ЦН-6	28 - 32 НС		
Боббит (наплавка)	Б16	30 НВ		-
Неметаллические материалы	Резина 2Р-II		5	-
	Пластикат полихлорвинил			

Примечания

1 В конструкциях вентилях, где имеется скольжение уплотнительных поверхностей относительно друг друга, следует принимать q_n такие же, как для задвижек.

2 Для резины в замке можно допустить $q_n = 20$ МПа.

3 Для конусных уплотнений величина q_n может быть доведена до $1,5 \cdot \sigma_T$.

4.2.5.4 Предельно допустимые удельные давления q_n на уплотнительных кольцах арматуры для различных материалов могут уточняться в соответствии с СТ ЦКБА 068.

4.2.6 Сальниковое уплотнение

4.2.6.1 Конструкция сальникового уплотнения приведена на рисунке 6

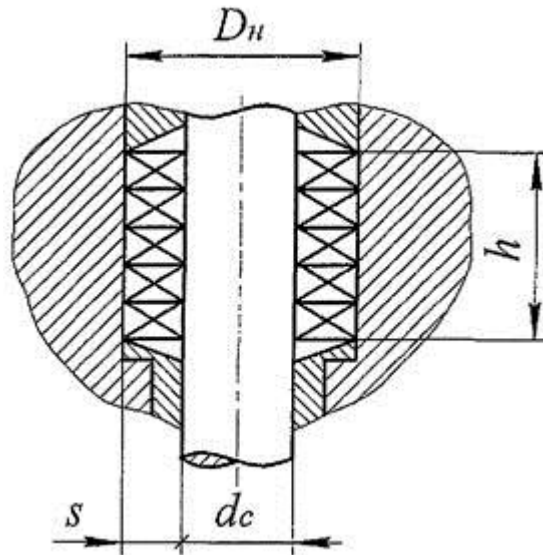


Рисунок 6 - Сальниковое уплотнение

4.2.6.2 Усилие Q_c , необходимое для затяга сальника определяется по формуле (9):

$$Q_c = P_c \cdot f, \text{ (Н)} \quad (9)$$

где P_c - удельное давление в сальниковой набивке, (МПа),

$$P_c = \varphi \cdot P_p;$$

φ - коэффициент, зависящий от отношения $\frac{h}{S}$ см. таблицу 8;

$$s = 0,5 \cdot (D_n - d_c);$$

P_p - рабочее давление среды, МПа;

f - площадь кольца сальниковой набивки, мм²,

$$f = \frac{\pi}{4} \cdot (D_n^2 - d_c^2).$$

4.2.6.3 Сила трения T_c , в сальнике определяется по формуле по формуле (10):

$$T_c = \psi \cdot d_c \cdot s \cdot P_p, \text{ (Н)} \quad (10)$$

где ψ - коэффициент, зависящий от отношения $\frac{h}{S}$ см. таблицу 8

Таблица 8 - Значения коэффициентов φ и ψ для пеньковых и асбестовых набивок

Рабочее давление, P_p , МПа	Коэффициенты φ и ψ , при $\frac{h}{S}$									
	$\frac{h}{S}$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0 и более
До 2,5 включительно	φ	2,13	2,28	2,45	2,63	2,82	3,02	3,25	3,47	3,72
	ψ	1,14	1,39	1,65	1,94	2,22	2,55	2,90	3,26	3,65
2,6 - 6,3	φ	1,89	1,98	2,09	2,20	2,31	2,42	2,55	2,68	2,82
	ψ	0,77	0,92	1,08	1,25	1,43	1,61	1,80	2,00	2,24
6,4 - 15,9	φ	1,73	1,80	1,86	1,93	2,01	2,08	2,15	2,23	2,31
	ψ	0,53	0,62	0,73	0,84	0,95	1,06	1,19	1,30	1,43
16,0 - 34,9	φ	1,59	1,63	1,67	1,70	1,73	1,77	1,81	1,85	1,89
	ψ	0,31	0,35	0,42	0,46	0,53	0,59	0,66	0,70	0,77
35,0 - 50,0	φ	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68
	ψ	0,18	0,22	0,26	0,29	0,31	0,35	0,37	0,41	0,44

Примечание - При $P_c \geq 50,0$ МПа принимать $\varphi = 1,4$, $\psi = 0,4$.

4.2.6.4 При применении других марок набивок в сальнике и рабочих сред значения величины коэффициентов, принимаемых при расчёте арматуры, могут дополниться в соответствии с СТ ЦКБА 002, СТП ЦКБА 037 или по результатам испытаний.

5 Коэффициенты трения

5.1 Значения коэффициентов трения в резьбе и бурте при наличии смазки приведены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 - Коэффициенты трения (μ) в резьбе со смазкой

Материал		Коэффициент трения μ , при температуре, t , °С		
Шпиндель	Втулка	от 20 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300
10X18H9T; 40X; 14X17H2	БрАЖМц10-3-1,5; БрАЖН11-6-6	0,17	0,2	0,25
Ст. 5; 20X13	ЛМцС58-2-2			
10X18H9T	ЖЧ-2			
Сталь	Сталь	0,25	-	-
Сталь	Древесно-слоистый пластик (ДСП)	0,12	-	-

Таблица 10 - Коэффициенты трения (μ_b) в бурте со смазкой

Материал		Коэффициент трения μ_b , при температуре, t , °С	
Бурт	Опора	от 20 до 100	св. 100 до 200
10X18H9T; 40X;	БрАЖМц10-3-1,5;	0,2	0,22

Материал		Коэффициент трения μ_6 , при температуре, t , °С	
Бурт	Опора	от 20 до 100	св. 100 до 200
14X17H2	БрАЖН11-6-6		
35	ЛС59-1; ЛМЦС58-2-2		
10X18H9T 20X13	ЖЧ-1		
Сталь	Сталь	0,3	-
Латунь	Чугун	0,2	-

5.2 Значения коэффициентов трения в резьбе и бурте при отсутствии смазки приведены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 - Справочные данные по коэффициентам трения в резьбе без смазки (по отчётам ЛЭТИ)

Материал		Коэффициент трения μ , при температуре, t °С		
Шпиндель	Втулка	от 20 до 100	св. 100 до 200	св. 200 до 300
10X18H9T	БрАЖМц10-3-1,5			
40X	БрАЖМц10-3-1,5			0,35 - 0,45
40X	БрАЖН11-6-6	0,20 - 0,30	0,30 - 0,35	
10X18H9T	ЖЧ-2			-
Ст5	ЛМцС58-2-2			-
20X13	ЛМцС58-2-2			-
10X18H9T	БрАЖН11-6-6	0,25 - 0,35	0,35 - 0,45	0,48
14X17H2	БрАЖМц10-3-1,5	0,20 - 0,30		
14X17H2	БрАЖН11-6-6		0,30 - 0,45	

Таблица 12 - Справочные данные по коэффициентам трения в бурте без смазки (по отчётам ЛЭТИ)

Материал		Коэффициент трения μ_6 при температуре, t °С			
Бурт	Опора	20	100	200	300
10X18H9T	БрАЖМц10-3-1,5	0,23	0,26	0,40 - 0,60	0,60 - 0,90
40X	БрАЖМц10-3-1,5	0,23	0,24	0,30 - 0,40	0,80 - 1,30
14X17H2	БрАЖМц10-3-1,5	0,23 - 0,32		0,32 - 0,60	0,65 - 0,80
20X13	ЖЧ-1	0,21 - 0,24	0,24 - 0,35	0,35 - 0,55	0,55 - 0,78
10X18H9T	БрАЖН11-6-6	0,25	0,26	0,38	0,50
40X	БрАЖН11-6-6	0,24		0,32	0,50
14X17H2	БрАЖН11-6-6	0,25	0,25 - 0,30	0,33 - 0,40	0,40 - 0,50
35	ЛС59-1	0,22 - 0,27	0,36 - 0,40	0,40 - 0,50	0,50
35	ЛМцС58-2-2	0,22 - 0,28	0,29 - 0,37	0,37 - 0,54	

5.3 Если резьба находится в среде, температура резьбы принимается равной температуре среды.

5.4 Если резьба находится в среде, которая является смазывающей (маслянистые среды), то коэффициенты трения принимаются по таблице 9; если же среда, не смазывающая - по таблице 11.

5.5 Значения коэффициентов трения в уплотнительных кольцах клапанов (при наличии скольжения уплотнительных поверхностей относительно друг друга) приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Коэффициент трения в уплотнительных кольцах клапанов

Материал колец	Коэффициент трения μ
Сталь по стали	0,3
Сталь по бронзе	0,2
Примечание - При наличии скольжения уплотнительных поверхностей относительно друг друга.	

5.6 Значение коэффициента трения в шаровой опоре типа шпindel-золотник для стали, $\mu_{ш} = 0,3$.

5.7 Значение коэффициента трения в уплотнительных кольцах задвижек приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Коэффициенты трения в уплотнительных кольцах задвижек

Материал колец	Коэффициент трения μ_k
Латунь, чугун, бронза	0,25
Стали, кроме 10X18H9T, и твёрдые сплавы	0,30
10X18H9T	0,35

5.8 Значение коэффициента трения между клином и диском в параллельной задвижке, $\mu_N = 0,35$.

5.9 Коэффициенты трения в кранах

5.9.1 Значения коэффициентов трения пробки о корпус приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Коэффициенты трения пробки о корпус

Материал колец	Коэффициент трения, μ	
	со смазкой	без смазки
Латунь, чугун, бронза	0,10	0,20
Фторопласт-4	-	0,05

5.9.2 Значение коэффициента трения шайбы о пробку и шайбы о корпус, $\mu_{ш} = \mu$.

5.10 Коэффициенты трения в сальниковом уплотнении

5.10.1 Для пеньковых и асбестовых набивок значения коэффициентов трения в зависимости от рабочего давления среды приведены в таблице 16.

Таблица 16 - Коэффициенты трения в сальниковом уплотнении

Коэффициент трения, μ , при рабочем давлении P_p , МПа				
До 2,5 включительно	2,6 - 6,3	6,4 - 15,9	16,0 - 34,9	35,0 - 50,0

0,1	0,07	0,05	0,03	0,02
-----	------	------	------	------

5.11 Значения коэффициентов трения в манжетах приведены в таблице 17.

Таблица 17 - Коэффициенты трения в манжетах

Материал	Коэффициент трения μ		
	со смазкой	без смазки	
		среда - жидкость	среда - воздух
Резина	0,20	0,30	0,40
Фторопласт-4	0,05	0,10	
Пластикат полихлорвиниловый	0,10	0,20	

Примечание - При обильной смазке, а также в случае, если средой является масло, коэффициент трения может быть снижен на 50 %.

5.12 Значения коэффициентов трения в шпонке приведены в таблице 18.

Таблица 18 - Коэффициенты трения в шпонке

Материалы	Коэффициент трения μ
Сталь по бронзе	0,20
Сталь по стали, кроме 10X18H9T	0,30
10X18H9T	0,40

5.13 Коэффициенты трения в передачах

5.13.1 Значения коэффициентов трения для подшипников скольжения (для металлов):

- при наличии смазки $\mu = 0,10$;

- без смазки $\mu = 0,20$.

5.13.2 Значения коэффициентов трения для подшипников качения:

- для шарикоподшипников $\mu = 0,01$;

- для роликоподшипников $\mu = 0,02$.

5.13.3 Значения коэффициентов трения для зубчатой пары (для механически обработанных зубьев):

- при наличии смазки $\mu = 0,10 - 0,15$;

- без смазки $\mu = 0,20 - 0,30$.

5.13.4 Значения коэффициентов трения для червячной пары:

а) стальной червяк - бронзовое колесо (со смазкой):

- $\mu = 0,10$ при $v \leq 1,0$ м/с;

- $\mu = 0,05$ при $v = (1,0 - 2,0)$ м/с;

- $\mu = 0,03$ при $v > 2,0$ м/с;

- v - окружная скорость червяка;

б) чугунный червяк - чугунное колесо (со смазкой):

- $\mu = 0,15$;

в) стальной червяк- колесо ДСП:

- $\mu = 0,05$.

5.13.5 Коэффициенты трения для карданной пары (шарнирная муфта).

5.13.5.1 Значение коэффициента трения оси о вилку - для стали $\mu = 0,3$.

Примечания

1 Значения коэффициентов трения, приведённые в 5.13.1 - 5.13.5, являются коэффициентами трения движения; коэффициенты трения покоя следует принимать на 30 % выше.

2 Значения коэффициентов трения без смазки приводятся в качестве справочных.

В каждом отдельном случае необходимо принимать значения коэффициентов трения без смазки с учётом конкретных условий эксплуатации.

5.14 Значения коэффициентов трения металлов по металлам приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Коэффициенты трения металлов по металлам

Материалы	Коэффициенты трения для материалов									
	Твёрдая сталь	Мягкая сталь	Платина	Никель	Медь	Латунь	Алюминий	Стекло	Олово	Свинец
Твёрдая сталь	0,39									
Мягкая сталь	0,41	0,41								
Платина	0,40	0,43	0,45							
Никель	0,43	0,43	0,39	0,39						
Медь	0,55	0,53	0,50	0,56	0,60					
Латунь	0,54	0,51	0,56	0,50	0,62	0,63				
Алюминий	0,65	0,61	0,80	0,75	0,70	0,71	0,94			
Стекло	0,61	0,72	0,57	0,78	0,68	0,87	0,85	0,94		
Олово	0,79	0,77	0,86	0,90	0,83	0,75	0,91	0,94	1,11	
Свинец	1,96	1,93	2,07	2,15	1,95	2,11	2,00	2,40	2,20	3,30

5.15 Значения коэффициентов трения пластмасс по стали:

а) полиэтилен:

- сухое трение $\mu = 0,11$;

- со смазкой $\mu = 0,03$;

б) фторопласт-4:

- сухое трение $\mu = 0,05$;

- со смазкой $\mu = 0,02$;

в) при трении о нержавеющую сталь в воде:

- $\mu = 0,05$.

Примечание - Приведённый выше перечень коэффициентов трения, принимаемых при расчёте арматуры, может дополняться в соответствии с СТ ЦКБА 057.

6 Условное плечо крутящего момента в трапецидальной резьбе

6.1 Условное плечо L_p , крутящего момента в трапецидальной резьбе шпинделя при закрытии, определяется по формуле (11):

$$L_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho), \quad (11)$$

Для шпинделей с нормальной и мелкой одноходовой и нормальной двухходовой трапецидальной резьбой (ГОСТ 24737) условное плечо приведено в таблице 20.

Исходные данные:

d_{cp} - средний диаметр резьбы;

d_0 - наружный диаметр резьбы;

t_0 - ход резьбы;

$t_0 = t \cdot z$;

t - шаг;

z - число заходов;

α - угол подъёма в резьбе;

ρ - угол трения в резьбе;

μ - коэффициент трения в резьбе;

$$tg\alpha = \frac{t_0}{\pi \cdot d_{cp}}; \quad tg\rho = \mu.$$

Таблица 20 - Условное плечо крутящего момента в резьбе

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм,				
	t_0 , мм	d_{cp} , мм	α	для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
				$\mu = 0,15;$ $\rho = 8^\circ 32'$	$\mu = 0,17;$ $\rho = 9^\circ 39'$	$\mu = 0,20;$ $\rho = 11^\circ 19'$	$\mu = 0,25;$ $\rho = 14^\circ 02'$	$\mu = 0,30;$ $\rho = 6^\circ 42'$
10	2	9,0	4°03'	1,00	1,10	1,24	1,46	1,71
	3	8,5	6°25'	1,13	1,22	1,36	1,59	1,81
	6	8,5	12°42'	1,65	1,74	1,90	2,14	2,39
12	2	11,0	3°19'	1,15	1,26	1,43	1,72	2,00
	3	10,5	5°12'	1,28	1,39	1,56	1,83	2,11
	6	10,5	10°19'	1,79	1,91	2,08	2,38	2,67
14	2	13,0	2°48'	1,30	1,44	1,630	1,96	2,30
	3	12,5	4°22'	1,43	1,56	1,760	2,08	2,41
	6	12,5	8°42'	1,94	2,07	2,28	2,62	2,96
16	2	15,0	2°26'	1,45	1,61	1,84	2,22	2,60
	4	14,0	5°12'	1,71	1,85	2,08	2,44	2,82
	8	14,0	10°19'	2,40	2,54	2,78	3,16	3,56
18	2	17,0	2°09'	1,60	1,78	2,03	2,46	2,90
	4	16,0	4°32'	1,86	2,03	2,27	2,69	3,11
	8	16,0	9°03'	2,54	2,71	2,97	3,42	3,86
20	2	19,0	1°55'	1,75	1,95	2,23	2,72	3,20
	4	18,0	4°03'	2,01	2,19	2,47	2,94	3,41
	8	18,0	8°03'	2,69	2,87	3,16	3,65	4,15
22	2	21,0	1°45'	1,90	2,12	2,440	2,97	3,50
	5	19,5	4°39'	2,29	2,49	2,79	3,30	3,81
	10	19,5	9°15'	3,12	3,34	3,66	4,20	4,75
24	2	23,0	1°35'	2,05	2,27	2,63	3,21	3,80
	5	21,5	4°14'	2,44	2,66	2,99	3,55	4,10
	10	21,5	8°25'	3,28	3,50	3,86	4,44	5,04
26	2	25,0	1°28'	2,20	2,46	2,84	3,46	4,10
	5	23,5	3°53'	2,59	2,83	3,19	3,80	4,40
	10	23,5	7°42'	3,42	3,67	4,04	4,60	5,33
28	2	27,0	1°21'	2,35	2,62	3,04	3,71	4,40
	5	25,5	3°34'	2,74	3,00	3,39	4,05	4,70
	10	25,5	7°07'	3,57	3,84	4,25	4,93	5,63
30	3	28,5	1°55'	2,63	2,92	3,35	4,07	4,80

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм,				
	t_0 , мм	$d_{ср}$, мм	α	для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
				$\mu = 0,15$; $\rho = 8^\circ 32'$	$\mu = 0,17$; $\rho = 9^\circ 39'$	$\mu = 0,20$; $\rho = 11^\circ 19'$	$\mu = 0,25$; $\rho = 14^\circ 02'$	$\mu = 0,30$; $\rho = 6^\circ 42'$
	6	27,0	4°02'	3,01	3,28	3,71	4,41	5,11
	12	27,0	8°03'	4,02	4,30	4,75	5,49	6,21
32	3	30,5	1°48'	2,79	3,09	3,55	4,34	5,10
	6	29,0	3°46'	3,16	3,47	3,92	4,65	5,41
	12	29,0	7°30'	4,16	4,48	4,95	5,72	6,51
34	3	32,5	1°41'	2,93	3,25	3,75	4,56	5,40
	6	31,0	3°31'	3,30	3,62	4,10	4,90	5,70
	12	31,0	7°00'	4,30	4,64	5,14	5,96	6,80
36	3	34,5	1°36'	3,08	3,43	3,95	4,82	5,70
	6	33,0	3°19'	3,46	3,80	4,31	5,15	6,00
	12	33,0	6°36'	4,45	4,81	5,32	6,20	7,11
38	3	36,5	1°30'	3,24	3,60	4,14	5,07	6,00
	6	35,0	3°07'	3,60	3,97	4,50	5,40	6,30
	12	35,0	6°14'	4,61	5,00	5,53	6,45	7,40
40	3	38,5	1°25'	3,38	3,77	4,35	5,31	6,30
	6	37,0	2°57'	3,76	4,13	4,70	5,65	6,60
	12	37,0	5°54'	4,75	5,15	5,74	6,71	7,70
42	3	40,5	1°21'	3,53	3,92	4,55	5,56	6,60
	6	39,0	2°48'	3,90	4,31	4,90	5,91	6,90
	12	39,0	5°36'	4,91	5,31	5,93	6,95	8,00
44	3	42,5	1°18'	3,68	4,10	4,75	5,82	6,90
	8	40,0	3°38'	4,32	4,73	5,35	6,38	7,40
	16	40,0	7°16'	5,66	6,09	6,72	7,79	8,87
46	3	44,5	1°14'	3,83	4,26	4,96	6,06	7,20
	8	42,0	3°28'	4,46	4,90	5,55	6,63	7,74
	16	42,0	6°56'	5,82	6,25	6,92	8,04	9,20
48	3	46,5	1°11'	3,98	4,44	5,16	6,32	7,50
	8	44,0	3°19'	4,62	5,06	5,74	6,87	8,00
	16	44,0	6°37'	5,96	6,41	7,10	8,30	9,50
50	3	48,5	1°08'	4,12	4,61	5,34	6,55	7,80
	8	46,0	3°10'	4,76	5,23	5,94	7,12	8,30
	16	46,0	6°20'	6,10	6,60	7,31	8,55	9,80
52	3	55,5	1°05'	4,28	4,79	5,54	6,84	8,10
	8	48,0	3°02'	4,92	5,41	6,15	7,37	8,62
	16	48,0	6°04'	6,25	6,75	7,50	8,79	10,10
55	3	53,5	1°01'	4,50	5,02	5,84	7,18	8,52
	8	51,0	2°51'	5,14	5,66	6,45	7,73	9,05
	16	51,0	5°43'	6,48	7,00	7,80	9,15	10,52

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{sp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм,				
	t_0 , мм	d_{cp} , мм	α	для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
				$\mu = 0,15$; $\rho = 8^\circ 32'$	$\mu = 0,17$; $\rho = 9^\circ 39'$	$\mu = 0,20$; $\rho = 11^\circ 19'$	$\mu = 0,25$; $\rho = 14^\circ 02'$	$\mu = 0,30$; $\rho = 6^\circ 42'$
60	3	58,5	0°56'	4,86	5,45	6,35	7,80	9,30
	8	56,0	2°36'	5,51	6,08	6,94	8,38	9,80
	16	56,0	5°12'	6,84	7,43	8,30	9,76	11,27
62	4	60,0	1°13'	5,16	5,75	6,67	8,19	9,70
	10	57,0	3°12'	5,91	6,50	7,37	8,85	10,30
	20	57,0	6°23'	7,60	8,17	9,09	10,60	12,18
65	4	63,0	1°10'	5,38	6,02	6,97	8,55	10,16
	10	60,0	3°02'	6,15	6,75	7,68	9,20	10,77
	20	60,0	6°04'	7,80	8,43	9,38	10,99	12,57
70	4	68,0	1°04'	5,76	6,45	7,46	9,20	10,90
	10	65,0	2°48'	6,51	7,18	8,17	9,85	11,50
	20	65,0	5°36'	8,18	8,85	9,90	11,60	13,32
75	4	73,0	1°00'	6,12	6,86	7,96	9,80	11,64
	10	70,0	2°36'	6,89	7,60	8,70	10,45	12,25
	20	70,0	5°12'	8,55	9,26	10,40	12,20	14,10
78	4	76,0	0°58'	6,36	7,13	8,25	10,20	12,10
	10	73,0	2°30'	7,12	7,85	8,98	10,82	12,70
	20	73,0	5°00'	8,80	9,55	10,70	12,60	14,50
80	4	78,0	0°56'	6,50	7,30	8,45	10,40	12,40
	10	75,0	2°26'	7,27	8,02	9,18	11,09	13,01
	20	75,0	4°52'	8,92	9,71	10,89	12,80	14,80
85	5	82,5	1°06'	7,00	7,83	9,07	11,12	13,25
	12	79,0	2°46'	7,90	8,70	9,91	12,00	13,95
	24	79,0	5°32'	9,90	10,70	11,96	14,00	16,13
90	5	87,5	1°03'	7,40	8,25	9,57	11,78	14,00
	12	84,0	2°36'	8,28	9,13	10,40	12,55	14,70
	24	84,0	5°12'	10,25	11,15	12,45	14,65	16,90
95	5	92,5	0°59'	7,77	8,69	10,10	12,40	14,75
	12	89,0	2°27'	8,65	9,55	10,90	13,19	15,45
	24	89,0	4°55'	10,65	11,51	12,96	15,29	17,61
100	5	97,5	0°56'	8,14	9,10	10,59	13,00	15,50
	12	94,0	2°20'	9,02	9,96	11,42	13,80	16,20
	24	94,0	4°39'	11,00	12,00	13,42	15,90	18,35
110	5	107,5	0°51'	8,85	9,95	11,60	14,30	17,00
	12	104,0	2°06'	9,75	10,80	12,40	15,00	17,70
	24	104,0	4°12'	11,75	12,80	14,40	17,10	19,85
120	6	117,0	0°56'	9,78	10,91	12,70	15,60	18,60
	16	112,0	2°36'	11,00	12,15	13,88	16,73	19,60

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм,				
	t_0 , мм	d_{cp} , мм	α	для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
				$\mu = 0,15$; $\rho = 8^\circ 32'$	$\mu = 0,17$; $\rho = 9^\circ 39'$	$\mu = 0,20$; $\rho = 11^\circ 19'$	$\mu = 0,25$; $\rho = 14^\circ 02'$	$\mu = 0,30$; $\rho = 6^\circ 42'$
	32	112,0	$5^\circ 12'$	12,65	14,85	16,61	19,54	22,50
130	6	127,0	$0^\circ 52'$	10,50	11,80	13,70	16,90	20,10
	16	122,0	$2^\circ 24'$	11,80	13,00	14,90	18,00	21,11
	32	122,0	$4^\circ 46'$	14,40	15,69	17,60	20,77	24,00
140	6	137,0	$0^\circ 48'$	11,30	12,63	14,70	18,16	21,60
	16	132,0	$2^\circ 13'$	12,50	13,88	15,90	19,20	22,60
	32	132,0	$4^\circ 25'$	15,20	16,55	18,59	22,00	25,50
150	6	147,0	$0^\circ 45'$	12,00	13,50	15,70	19,40	23,080
	16	142,0	$2^\circ 03'$	13,27	14,70	16,85	20,50	24,10
	32	142,0	$4^\circ 06'$	15,90	17,40	19,60	23,20	26,98
160	8	156,0	$0^\circ 56'$	13,00	14,60	16,93	20,80	24,80
	16	152,0	$1^\circ 55'$	14,00	15,60	17,89	21,75	25,60
	32	152,0	$3^\circ 50'$	16,70	18,20	20,58	24,50	28,50
170	8	166,0	$0^\circ 53'$	13,79	15,45	17,95	22,10	26,30
	16	162,0	$1^\circ 48'$	14,80	16,37	18,90	22,92	27,19
	32	162,0	$3^\circ 36'$	17,40	19,05	21,60	25,71	30,00
180	8	176,0	$0^\circ 50'$	14,50	16,30	18,90	23,30	27,80
	20	170,0	$2^\circ 09'$	16,04	17,74	20,38	24,70	29,00
	40	170,0	$4^\circ 18'$	19,40	21,13	23,76	28,20	32,60
190	8	186,0	$0^\circ 47'$	15,30	17,10	19,92	24,60	29,30
	20	180,0	$2^\circ 02'$	16,80	18,60	21,32	25,92	30,50
	40	180,0	$4^\circ 03'$	20,10	21,98	24,78	29,40	34,10
200	10	195,0	$0^\circ 56'$	16,25	18,20	21,19	26,00	31,00
	20	190,0	$1^\circ 55'$	17,56	19,50	22,30	27,20	32,00
	40	190,0	$3^\circ 50'$	20,80	22,80	25,76	30,70	35,61

6.2 Условное плечо L'_p крутящего момента в трапецидальной резьбе в начале открытия определяется по формуле (12):

$$L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha). \quad (12)$$

Для шпинделей с нормальной и мелкой одноходовой и нормальной двухходовой трапецидальной резьбой условное плечо (L'_p) приведено в таблице 21:

Исходные данные:

d_{cp} - средний диаметр резьбы;

d_0 - наружный диаметр резьбы;

t_0 - ход резьбы,

$$t_0 = t \cdot z;$$

t - шаг;

z - число заходов;

α - угол подъема в резьбе;

ρ' - угол трения покоя в резьбе;

μ' - коэффициент трения покоя в резьбе;

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t_0}{\pi \cdot d_{\text{cp}}}; \operatorname{tg} \rho' = \mu', \mu' = 1,3\mu$$

Таблица 21 - Условное плечо (L'_p) крутящего момента в резьбе

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L'_p = \frac{d_{\text{cp}}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
	t_0 , мм	d_{cp} , мм	α	$\mu' = 0,195$ $\rho' = 11^\circ 02'$	$\mu' = 0,221$ $\rho' = 12^\circ 28'$	$\mu' = 0,260$ $\rho' = 14^\circ 84'$	$\mu' = 0,325$ $\rho' = 18^\circ 00'$	$\mu' = 0,390$ $\rho' = 21^\circ 18'$
	10	2	9,0	4°03'	0,55	0,67	0,84	1,12
	3	8,5	6°25'	0,34	0,45	0,61	0,87	1,13
	6	8,5	12°42'	-	-	0,14	0,39	0,64
12	2	11,0	3°19'	0,75	0,89	1,10	1,44	1,79
	3	10,5	5°12'	0,54	0,67	0,86	1,19	1,52
	6	10,5	10°19'	0,07	0,20	0,39	0,71	1,02
14	2	13,0	2°48'	0,94	1,11	1,35	1,77	2,17
	3	12,5	4°22'	0,73	0,89	1,12	1,52	1,90
	6	12,5	8°42'	0,26	0,41	0,64	1,25	1,40
16	2	15,0	2°26'	1,13	1,33	1,61	2,09	2,56
	4	14,0	5°12'	0,71	0,89	1,15	1,59	2,02
	8	14,0	10°19'	0,09	0,26	0,52	0,94	1,36
18	2	17,0	2°09'	1,33	1,55	1,87	2,41	2,95
	4	16,0	4°32'	0,91	1,12	1,42	1,92	2,41
	8	16,0	9°03'	0,28	0,48	0,77	1,26	1,74
20	2	19,0	1°55'	1,52	1,77	2,13	2,74	3,34
	4	18,0	4°03'	1,10	1,33	1,67	2,24	2,79
	8	18,0	8°03'	0,47	0,69	1,03	1,57	2,12

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
	t_0 ,	d_{cp} ,	α	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$	$\mu' = 0,390$
	мм	мм		$\rho' = 11^\circ 02'$	$\rho' = 12^\circ 28'$	$\rho' = 14^\circ 84'$	$\rho' = 18^\circ 00'$	$\rho' = 21^\circ 18'$
22	2	21,0	1°45'	1,72	1,99	2,39	3,06	3,73
	5	19,5	4°39'	1,09	1,34	1,70	2,31	2,92
	10	19,5	9°15'	0,30	0,55	0,91	1,50	2,08
24	2	23,0	1°35'	1,91	2,21	2,65	3,39	4,12
	5	21,5	4°14'	1,28	1,56	1,96	2,63	3,30
	10	21,5	8°25'	0,49	0,76	1,16	1,81	2,46
26	2	25,0	1°28'	2,11	2,43	2,91	3,71	4,51
	5	23,5	3°53'	1,47	1,77	2,22	2,96	3,69
	10	23,5	7°42'	0,68	0,98	1,41	2,13	2,84
28	2	27,0	1°21'	2,30	2,65	3,17	4,04	4,90
	5	25,5	3°34'	1,67	2,00	2,48	3,28	4,08
	10	25,5	7°07'	0,87	1,19	1,67	2,45	3,22
30	3	28,5	1°55'	2,29	2,65	3,20	4,11	5,01
	6	27,0	4°02'	1,66	2,00	2,51	3,36	4,20
	12	27,0	8°05'	0,70	1,04	1,54	2,37	3,18
32	3	30,5	1°48'	2,49	2,87	3,46	4,43	5,40
	6	29,0	3°46'	1,85	2,22	2,77	3,68	4,58
	12	29,0	7°30'	0,90	1,26	1,80	2,69	3,56
34	3	32,5	1°41'	2,67	3,10	3,72	4,76	5,79
	6	31,0	3°31'	2,04	2,44	3,03	4,00	4,97
	12	31,0	7°00'	1,09	1,48	2,06	3,01	3,95
36	3	34,5	1°36'	2,87	3,32	3,97	5,09	6,19
	6	33,0	3°19'	2,24	2,66	3,28	4,33	5,36
	12	33,0	6°36'	1,28	1,70	2,31	3,33	4,34
38	3	36,5	1°30'	3,07	3,54	4,24	5,40	6,58
	6	35,0	3°07'	2,44	2,88	3,55	4,65	5,76
	12	35,0	6°14'	1,47	1,91	2,56	3,65	4,71
40	3	38,5	1°25'	3,26	3,76	4,50	5,74	6,97
	6	37,0	2°57'	2,63	3,10	3,82	4,98	6,15
	12	37,0	5°54'	1,660	2,13	2,82	3,96	5,10
42	3	40,5	1°21'	3,46	3,99	4,77	6,06	7,35
	6	39,0	2°48'	2,83	3,32	4,06	5,30	6,55
	12	39,0	5°36'	1,85	2,34	3,09	4,29	5,50
44	3	42,5	1°18'	3,66	4,20	5,02	6,38	7,75
	8	40,0	3°38'	2,60	3,10	3,86	5,12	6,36
	16	40,0	7°16'	1,32	1,82	2,56	3,80	5,00
46	3	44,5	1°14'	3,86	4,43	5,28	6,71	8,14
	8	42,0	3°28'	2,79	3,33	4,12	5,45	6,75

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
	t_0 , мм	d_{cp} , мм	α	$\mu' = 0,195$ $\rho' = 11^\circ 02'$	$\mu' = 0,221$ $\rho' = 12^\circ 28'$	$\mu' = 0,260$ $\rho' = 14^\circ 84'$	$\mu' = 0,325$ $\rho' = 18^\circ 00'$	$\mu' = 0,390$ $\rho' = 21^\circ 18'$
	16	42,0	6°56'	1,50	2,03	2,82	4,10	5,38
48	3	46,5	1°11'	4,05	4,64	5,55	7,04	8,52
	8	44,0	3°19'	2,98	3,55	4,38	5,78	7,16
	16	44,0	6°37'	1,70	2,25	3,09	4,43	5,77
50	3	48,5	1°08'	4,23	4,87	5,80	7,350	8,91
	8	46,0	3°10'	3,18	3,78	4,65	6,100	7,54
	16	46,0	6°20'	1,89	2,47	3,34	4,750	6,15
52	3	50,5	1°05'	4,43	5,09	6,07	7,700	9,30
	8	48,0	3°02'	3,36	4,00	4,90	6,42	7,93
	16	48,0	6°04'	2,09	2,70	3,58	5,07	6,55
55	3	53,5	1°01'	4,73	5,40	6,45	8,15	9,90
	8	51,0	2°51'	3,68	4,32	5,30	6,92	8,51
	16	51,0	5°43'	2,37	3,02	3,98	5,56	7,12
60	3	58,5	0°56'	5,22	5,98	7,09	9,00	10,87
	8	56,0	2°36'	4,15	4,88	5,95	7,71	9,48
	16	56,0	5°12'	2,86	3,57	4,62	6,37	8,10
(62)	4	60,0	1°13'	5,20	5,98	7,12	9,07	11,00
	10	57,0	3°12'	3,94	4,65	5,73	7,53	9,33
	20	57,0	6°23'	2,31	3,05	4,11	5,88	7,59
65	4	63,0	1°10'	5,49	6,30	7,50	9,52	11,58
	10	60,0	3°02'	4,22	4,99	6,13	8,02	9,91
	20	60,0	6°04'	2,61	3,36	4,47	6,34	8,17
70	4	68,0	1°04'	5,97	6,85	8,17	10,35	12,51
	10	65,0	2°48'	4,72	5,53	6,77	8,85	10,90
	20	65,0	5°36'	3,09	3,93	5,15	7,15	9,15
75	4	73,0	1°00'	6,47	7,40	8,81	11,17	13,50
	10	70,0	2°36'	5,19	6,09	7,42	9,64	11,85
	20	70,0	5°12'	3,56	4,46	5,77	7,95	10,10
(78)	4	76,0	0°58'	6,74	7,73	9,19	11,64	14,08
	10	73,0	2°30'	5,48	6,41	7,80	10,12	12,42
	20	73,0	5°00'	3,87	4,78	6,15	8,43	10,67
80	4	78,0	0°56'	6,95	7,96	9,460	11,97	14,48
	10	75,0	2°26'	5,67	6,63	8,060	10,45	12,81
	20	75,0	4°52'	4,05	5,00	6,410	8,76	11,06
85	5	82,5	1°06'	7,22	8,29	9,88	12,53	15,18
	12	79,0	2°46'	5,74	6,76	8,26	10,76	13,24
	24	79,0	5°32'	3,81	4,81	6,30	8,75	11,15
90	5	87,5	1°03'	7,70	8,83	10,52	13,34	16,14

d_0 , мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ , и угла трения, ρ , в резьбе				
	t_0 ,	d_{cp} ,	α	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$	$\mu' = 0,390$
	мм	мм		$\rho' = 11^\circ 02'$	$\rho' = 12^\circ 28'$	$\rho' = 14^\circ 84'$	$\rho' = 18^\circ 00'$	$\rho' = 21^\circ 18'$
	12	84,0	2°36'	6,22	7,30	8,90	11,57	14,22
	24	84,0	5°12'	4,29	5,36	6,93	9,55	12,12
95	5	92,5	0°59'	8,20	9,40	11,17	14,15	17,12
	12	89,0	2°27'	6,73	7,86	9,58	12,38	15,19
	24	89,0	4°55'	4,78	5,90	7,57	10,34	13,08
100	5	97,5	0°56'	8,68	9,95	11,82	14,97	18,10
	12	94,0	2°20'	7,19	8,43	10,19	13,18	16,15
	24	94,0	4°39'	5,27	6,45	8,22	11,15	14,06
110	5	107,5	0°51'	9,65	11,05	13,12	16,59	20,04
	12	104,0	2°06'	8,20	9,52	11,50	14,81	18,11
	24	104,0	4°12'	6,25	7,55	9,53	12,77	15,99
120	6	117,0	0°56'	10,42	11,94	14,19	17,96	21,72
	16	112,0	2°36'	8,30	9,75	11,87	15,42	18,96
	32	112,0	5°12'	5,73	7,18	9,25	12,73	16,16
130	6	127,0	0°52'	11,39	13,04	15,48	19,58	23,66
	16	122,0	2°24'	9,26	10,83	13,15	17,03	20,89
	32	122,0	4°46'	6,70	8,25	10,53	14,35	18,10
140	6	137,0	0°48'	12,36	14,14	16,78	21,21	25,61
	16	132,0	2°13'	10,24	11,93	14,45	18,66	22,84
	32	132,0	4°25'	7,66	9,33	11,81	15,95	20,03
150	6	147,0	0°45'	13,33	15,29	18,07	22,82	27,56
	16	142,0	2°03'	11,23	13,05	15,76	20,29	24,79
	32	142,0	4°06'	8,63	10,44	13,11	17,57	21,98
160	8	156,0	0°56'	13,89	15,92	18,92	23,95	28,95
	16	152,0	1°55'	12,20	14,15	17,05	21,91	26,74
	32	152,0	3°50'	9,60	11,54	14,41	19,18	23,92
170	8	166,0	0°53'	14,86	17,02	20,21	25,56	30,89
	16	162,0	1°48'	13,17	15,26	18,35	23,53	28,68
	32	162,0	3°36'	10,57	12,64	15,70	20,80	25,84
180	8	176,0	0°50'	15,83	18,12	21,51	27,18	32,84
	20	170,0	2°09'	13,28	15,47	18,72	24,16	29,55
	40	170,0	4°18'	10,04	12,20	15,39	20,72	25,98
190	8	186,0	0°47'	16,81	19,23	22,81	28,82	34,80
	20	180,0	2°02'	14,26	16,57	20,02	25,75	31,46
	40	180,0	4°03'	11,02	13,32	16,70	22,36	27,94
200	10	195,0	0°56'	17,36	19,89	23,64	29,93	36,19
	20	190,0	1°55'	15,25	17,69	21,32	27,39	33,42
	40	190,0	3°50'	11,97	14,39	18,00	23,95	29,86

7 Усилия перемещения клина или дисков задвижек

7.1 Расчёт усилий перемещения клина или диска при закрытии (Q_1) или при открытии (Q'_1) производится по формулам (13 - 16):

для типа А (герметичность гарантируется только при давлении P_p):

$$Q_1 = \kappa_{cp} \cdot Q_{cp} + \kappa_y \cdot Q_y - Q_g, \quad (13)$$

$$Q'_1 = \kappa'_{cp} \cdot Q_{cp} + \kappa'_y \cdot Q_y + Q_g. \quad (14)$$

для типа Б (герметичность гарантируется только при давлении от 0 до P_p)

$$Q_1 = \kappa_{cp} \cdot Q_{cp} + \kappa_{yo} \cdot Q_{yo} - Q_g, \quad (15)$$

$$Q'_1 = \kappa'_{cp} \cdot Q_{cp} + \kappa'_{yo} \cdot Q_{yo} + Q_g, \quad (16)$$

где Q_{cp} - усилие от давления среды;

Q_y - усилие, необходимое для уплотнения при $P = P_p$;

Q_{yo} - усилие, необходимое для уплотнения при $P \rightarrow 0$;

Q_g - вес перемещающихся деталей.

Значения коэффициентов для формул (15), (16), (17), (18) приведены в таблице 22

Таблица 22 - Коэффициенты κ_{cp} , κ'_{cp} , κ_y , κ'_y , κ_{yo} , κ'_{yo}

Тип затвора	Материал колец	Коэффициенты												
		κ_{cp}	$\kappa_y = \kappa_{yo}$	κ'_{cp}	$\kappa'_y = \kappa'_{yo}$	κ_{cp}	$\kappa_y = \kappa_{yo}$	κ'_y	κ'_{yo}	κ_{cp}	$\kappa_y = \kappa_{yo}$	κ'_y	κ'_{yo}	
		Клиновья задвижка						Параллельная задвижка						
		угол $\varphi = 2^\circ 52'$				угол $\varphi = 5^\circ$				угол $\varphi = 20^\circ$				
Тип А	$Q_y \leq Q_c$	латунь, чугун, бронза	0,2 5	0	0,3 5	0	0,2 6	0	0,3 4	0	0,2 5	0	0,3 5	0
	$Q_c > Q_y$	сталь, кроме 10X18H9 Т твёрдые	0,3 0	0	0,3 9	0	0,3 1	0	0,3 9	0	0,3 0	0	0,4 0	0

		сплавы												
		10X18H9 Т	0,3 6	0	0,4 4	0	0,3 6	0	0,4 4	0	0,3 5	0	0,4 5	0
	Q_y > Q_c	латунь, чугун, бронза	- 0,3 5	0,6 0	- 0,2 5	0,6 0	- 0,4 3	0,6 7	- 0,1 7	0,5 2	- 1,8 9	2,1 4	0,3 5	0
	p	сталь, кроме 10X18H9 Т и твёрдые сплавы	- 040	0,7	- 0,2 9	0,7 0	- 0,4 8	0,7 7	- 0,2 1	0,6 2	- 1,9 4	2,2 4	0,4 0	0
		10X18H9 Т	- 0,4 6	0,8 0	- 0,3 4	0,8 0	- 0,5 4	0,8 7	- 0,2 6	0,7 2	- 1,9 9	2,3 4	0,4 5	0
Тип Б		латунь, чугун, бронза	0,2 5	0,6 0	0,3 6	0,6 0	0,2 4	0,6 7	0,3 6	0,5 2	0,2 5	2,1 4	0,3 5	0
		сталь, кроме 10X18H9 Т и твёрдые сплавы	0,2 9	0,7 0	0,4 1	0,7 0	0,2 9	0,7 7	0,4 1	0,6 2	0,3 0	2,2 4	0,4 0	0
		10X18H9 Т	0,3 4	0,8 0	0,4 6	0,8 0	0,3 3	0,8 7	0,4 6	0,7 2	0,3 5	2,3 4	0,4 5	0

7.2 Расчёт усилий перемещения (Q_1) производится по формулам (17, 18):

- для клиновых задвижек:

$$Q_1 = 2 \cdot R \cdot \cos \varphi \cdot (\operatorname{tg} \varphi + \mu_k) - Q_{cp} \cdot \cos \varphi [\operatorname{tg}(\rho_k + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi] - Q_g; \quad (17)$$

- для параллельных задвижек:

$$Q_1 = 2 \cdot R [\operatorname{tg}(\varphi + \rho_N) + \mu_k] - Q_{cp} \cdot [2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho_N) + \mu_k] - Q_g; \quad (18)$$

где φ - половина угла клина (для параллельных задвижек с распорным клином $\varphi = 20^\circ$);

μ_k - коэффициент трения в уплотнительных кольцах (см. таблица 14);

$\rho_k = \operatorname{arctg} \mu_k$;

μ_N - коэффициент трения между диском и клином в параллельной задвижке,

$\mu_N = 0,35$;

$\rho_N = \operatorname{arctg} \mu_N$;

R - реакция кольца корпуса, на которое передаётся Q_{cp} при закрывании.

7.3 Расчёт усилий перемещения, (Q'_1) производится по следующим формулам:

- для клиновых задвижек:

$$Q'_1 = 2 \cdot R' \cdot \cos \varphi (\mu'_k - tg \varphi) - Q_{cp} \cdot \cos \varphi [tg(\rho'_k - \varphi) - tg \varphi] + Q_g; \quad (19)$$

- для параллельных задвижек:

$$Q'_1 = \mu'_k Q_{cp} + Q_g. \quad (20)$$

где μ'_k - коэффициент трения покоя в уплотнительных кольцах,

$$\mu'_k = \mu_k + 0,1;$$

$$\rho'_k = \arctg \mu'_k;$$

R' - реакция кольца корпуса, на которое передаётся Q_{cp} при открывании.

7.4 Расчёт реакций R и R' в зависимости от типа затвора производится по формулам (21 - 25) (см. таблицу 23).

Таблица 23 - Расчёт реакций R и R'

Тип затвора		Реакции R и R' определяются по формулам для:	
		клиновой задвижки	параллельной задвижки
Тип А	$Q_y \leq Q_{cp}$	$R = \frac{Q_{cp}}{1 - \mu_k \cdot tg \varphi} \quad (21)$	$R = R' = Q_{cp} \quad (23)$
		$R' = \frac{Q_{cp}}{1 + \mu'_k \cdot tg \varphi} \quad (22)$	
	$Q_y > Q_{cp}$	$R = R' = Q_y \quad (24)$	
Тип Б		$R = R' = Q_{yo} + Q_{cp} \quad (25)$	

7.5 Расчёт значений коэффициентов K_{cp} , $K_y = K_{yo}$, K'_{cp} , $K'_y = K'_{yo}$ производится по формулам (26 - 38) (см. таблицу 24).

Таблица 24 - Коэффициенты K_{cp} , K'_{cp} , K_y , K'_y , K_{yo} , K'_{yo}

Тип затвора		Коэффициенты, K_{cp} , $K_y = K_{yo}$, K'_{cp} , $K'_y = K'_{yo}$ определяются по формулам для:	
		клиновой задвижки	параллельной задвижки
Тип А	$Q_y \leq Q_{cp}$	$K_{cp} = \frac{\mu_k}{\cos \varphi \cdot (1 - \mu_k \cdot tg \varphi)} \quad (26)$	$K_{cp} = \mu_k$
		$K'_{cp} = \frac{\mu'_k}{\cos \varphi \cdot (1 + \mu'_k \cdot tg \varphi)} \quad (27)$	
			$K_y = K'_y = 0$

		$\kappa_y = \kappa'_y = 0$	
	$Q_y > Q_{cp}$	$\kappa_{cp} = -\cos\varphi[\operatorname{tg}(\rho_k + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi] \quad (28)$ $\kappa'_{cp} = -\cos\varphi[\operatorname{tg}(\rho'_k - \varphi) - \operatorname{tg}\varphi] \quad (29)$ $\kappa_y = 2\cos\varphi(\operatorname{tg}\varphi + \mu_k) \quad (30)$ $\kappa'_y = 2\cos\varphi(\mu'_k - \operatorname{tg}\varphi) \quad (31)$	$\kappa_{cp} = -[2\operatorname{tg}(\varphi + \rho_N) + \mu_k] \quad (36)$ $\kappa'_{cp} = \mu'_k$ $\kappa_y = 2[\operatorname{tg}(\varphi + \rho_N) + \mu_k] \quad (37)$ $\kappa'_y = 0$
Тип Б		$\kappa_{cp} = \cos\varphi[\operatorname{tg}\varphi + 2\mu_k - \operatorname{tg}(\rho_k + \varphi)] \quad (32)$ $\kappa'_{cp} = \cos\varphi[2\mu'_k - \operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}(\rho'_k - \varphi)] \quad (33)$ $\kappa_{yo} = \kappa_y = 2\cos\varphi(\operatorname{tg}\varphi + \mu_k) \quad (34)$ $\kappa'_{yo} = \kappa'_y = 2\cos\varphi(\mu'_k - \operatorname{tg}\varphi) \quad (35)$	$\kappa_{cp} = \mu_k$ $\kappa'_{cp} = \mu'_k$ $\kappa_{yo} = \kappa_y = 2[\operatorname{tg}(\varphi + \rho_N) + \mu_k] \quad (38)$ $\kappa'_{yo} = \kappa'_y = 0$

8 Крутящие моменты при управлении арматурой

8.1 Крутящие моменты на маховиках и рукоятках в зависимости от их размеров и расположения могут приниматься в соответствии с разделом 4 СТ ЦКБА 072.

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					

Генеральный директор	Дыдычкин В.П.
ЗАО «НПФ «ЦКБА»	
Первый заместитель генерального директора - директор по научной работе	Тарасьев Ю.И.
Заместитель генерального директора - главный конструктор	Ширяев В.В.
Заместитель директора -начальник	Дунаевский С.Н.

технического отдела	
Начальник отдела № 118	Азарашвили Р.А.
Ведущий инженер-конструктор отдела № 118	Докторова А.О.
Исполнитель:	
Инженер 121 отдела	Янчар Г.М.
СОГЛАСОВАНО:	
Председатель ТК 259	Власов М.И.