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

gost.e-ecolog.ru

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.

По вопросам заказа стандартов ЦКБА обращаться в НПФ «ЦКБА» по тел/факсам (812) 458-72-04, 458-72-43, 458-72-36

E-mail: dunaevsky@ckba.ru

195027, Россия, С-Петербург, пр. Шаумяна, 4, корп.1, лит.А.

© ЗАО «НПФ «ЦКБА», 2010г.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ЗАО «НПФ «ЦКБА»

Содержание

1 Область применения 4
2 Нормативные ссылки 4
3 Термины, определения 5
4 Расчёт усилий, необходимых для уплотнения затвора арматуры 5
5 Коэффициенты трения 14
6 Условное плечо крутящего момента в трапецеидальной резьбе 20
7 Усилия перемещения клина и дисков задвижек 30
8 Максимальные усилия и крутящие моменты при управлении арматурой. 33

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 трапецеидальная 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):

$$Q_y = q_y \cdot f \cdot n_1, (Н) \qquad (1)$$

где f – площадь уплотнительной поверхности, ($мм^2$),

для круглых колец:

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

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

$$Q_y = q_y \cdot L \cdot n_1, (Н), \qquad (2)$$

где L – длина линии уплотнения, ($мм$),

для уплотнения при $b \neq 0$

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

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

$$q_y = m \cdot q'_y, \ (Н/мм),$$

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

P – давление среды, *МПа*;

c и $к$ – 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 $n_1 = 1$ (β=90°).

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 $к$

Материалы уплотнительных колец	c	$к$
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 единицы 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.

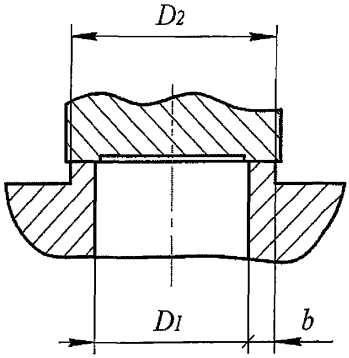


Рисунок 1 – Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

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

$$Q_y = q_y \cdot f, \ (H) \qquad (3)$$

где q_y – отнесено к единице поверхности,

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

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

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

$b = 0,5 \ (D_2 - D_1) \ (мм)$.

m, c и $к$ – см. таблицы 1 и 2;

P – рабочее давление, *МПа*;

b – ширина уплотнения (см. рисунок 1).

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

где q_y – отнесено к единице длины,

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

$L = \pi \cdot D_{ср} \ (мм)$.

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

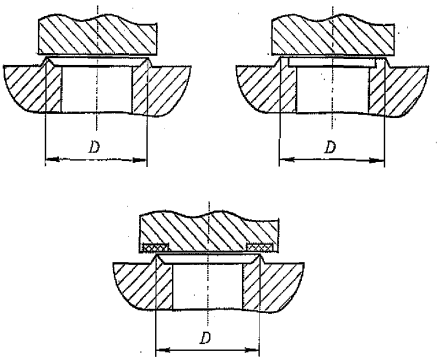


Рисунок 2 – Плоское уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

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

$$Q_y = q_y \cdot L, \quad (H) \qquad (5)$$

где q_y – отнесено к единице длины,

$q_y = m \cdot q'_y$, $(H/мм)$;

m – см. таблицу 1;

q'_y – см.таблицу 3;

$L = \pi \cdot D$, $(мм)$.

4.2.3 Диафрагмовое уплотнение

4.2.3.1 Конструкция диафрагмового уплотнения приведена на рисунке 3

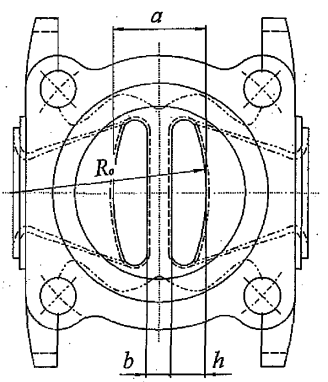


Рисунок 3 – Диафрагмовое уплотнение

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

$$Q_y = q_y \cdot f, \ (Н) \qquad (6)$$

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

$$f = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 - R_o \cdot \left(4 \cdot h - 0{,}86 \cdot R_o\right)$$

где D – диаметр мембраны по месту заделки;

$h = 0{,}5 \cdot (a - b)$.

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

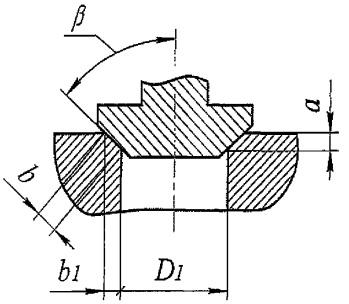


Рисунок 4 – Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b \neq 0$

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

$$Q_y = \max\left(Q_{y_1}, Q_{y_2}\right), \ (Н) \qquad (7)$$

где:

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

– при контакте по поверхности

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

а) q_y отнесено к единице поверхности,

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

m, c, и $к$ – 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),

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

$D_{ср} = D_1 + b_1 = D_1 + a \cdot \mathrm{tg}\beta$, (*мм*);

b_1 – проекция ширины уплотнения,

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

f – площадь уплотнительной поверхности (боковая поверхность усечённого конуса), $f = \frac{f_n}{\sin\beta}$, ($мм^2$);

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

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

$n_1 = \sin\beta + \mu \cdot \cos\beta$, (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

$$Q_{y_1} = q_y \cdot L \cdot n_1, (Н)$$

б) q_y отнесено к единице длины,

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

$L = \pi \cdot D_{ср}$, (*мм*)

2) Q_{y_2} – усилие, необходимое для уплотнения, при контакте по линии,

$$Q_{y_2} = q_y \cdot L \cdot n_1, \ (H)$$

где q_y – отнесено к единице длины;

$q_y = m \cdot q_y', \left(\frac{H}{мм}\right)$;

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

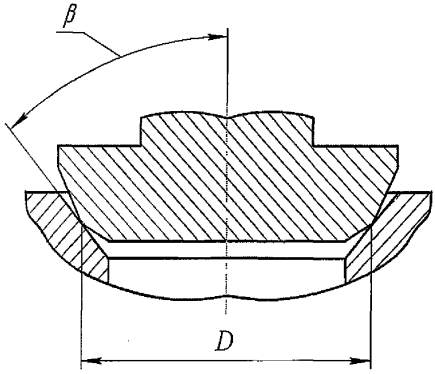


Рисунок 5 – Конусное уплотнение с шириной уплотнения $b = 0$

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

$$Q_y = q_y \cdot L \cdot n_1, \ (H) \qquad (8)$$

где q_y отнесено к единице длины;

m – см. таблицу 1;

$q_y = m \cdot q_y'$;

q_y' – см. таблицу 3;

$L = \pi \cdot D, \ (мм)$;

n_1 – см. таблицу 6.

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

Таблица 7 – Предельно допустимые удельные давления $q_п$ на уплотнительных кольцах арматуры

Материал колец	Марка	Твёрдость	$q_п$, *МПа*, для	
			клапанов	задвижек
Чугун серый	СЧ 15-32 и др.	170-220 НВ	–	30
Латунь	ЛС59-1 ЛМцС58-2-2 Л62	70–90 НВ	80	20
Латунь кремнистая	ЛК80-3	100 НВ	100	25
Бронза	БрАЖМц10-3-1,5 БрАЖН10-4-4	120-220 НВ	100	35
Сталь высоколегированная (нержавеющая, кислотостойкая, жаропрочная)	12Х18Н9Т	121-179 НВ	150	15
	10Х17Н13М2Т	121-179 НВ		
	15Х18Н12СЧТЮ	155-170 НВ		
	ЭИ943	135-185 НВ		
	20Х13	33-42 HRC	250	25
	14Х17Н2	22-31 HRC		
Сталь легированная	38ХВФЮ 38ХМЮА	Азотирование ≥ 600 HV	300	80
Твёрдый сплав (наплавка)	Стеллит ВЗК ЦН-6	≥ 40 HRC 28-32 HRC	800	80
Боббит (наплавка)	Б16	30 НВ		–
Неметаллические материалы	Резина 2Р-II . Пластикат полихлорвинил		5	–

Примечания

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

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

3 Для конусных уплотнений величина $q_п$ может быть доведена до 1,5 · $σ_т$.

4.2.5.4 Предельно допустимые удельные давления $q_п$ 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

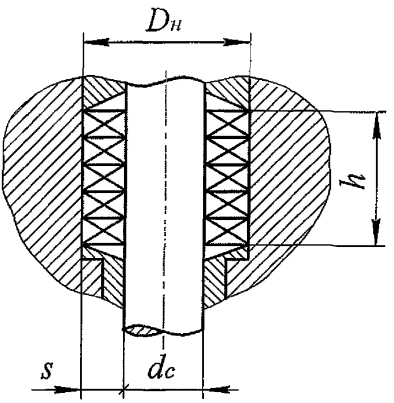


Рисунок 6 – Сальниковое уплотнение

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

$$Q_c = P_c \cdot f, \ (Н) \qquad (9)$$

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;

$s = 0{,}5 \cdot (D_н - d_c)$;

P_p – рабочее давление среды, *МПа*;

f – площадь кольца сальниковой набивки, *мм²*,

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

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

$$T_c = \psi \cdot d_c \cdot s \cdot P_p, \ (Н) \qquad (10)$$

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
10Х18Н9Т; 40Х; 14Х17Н2	БрАЖМц10-3-1,5; БрАЖН11-6-6	0,17	0,2	0,25
Ст. 5; 20Х13	ЛМцС58-2-2			
10Х18Н9Т	ЖЧ-2			
Сталь	Сталь	0,25	–	–
Сталь	Древесно-слоистый пластик (ДСП)	0,12	–	–

Т а б л и ц а 10 – Коэффициенты трения ($\mu_б$) в бурте со смазкой

Материал		Коэффициент трения $\mu_б$, при температуре, t, °С	
Бурт	Опора	от 20 до 100	св. 100 до 200
10Х18Н9Т; 40Х; 14Х17Н2	БрАЖМц10-3-1,5; БрАЖН11-6-6	0,2	0,22
35	ЛС59-1; ЛМцС58-2-2		
10Х18Н9Т 20Х13	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.

Т а б л и ц а 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
10Х18Н9Т	БрАЖМц10-3-1,5	0,20–0,30	0,30–0,35	0,35–0,45
40Х	БрАЖМц10-3-1,5			
40Х	БрАЖН11-6-6			
10Х18Н9Т	ЖЧ-2			–
Ст5	ЛМцС58-2-2			–
20Х13	ЛМцС58-2-2	0,25–0,35	0,35–0,45	–
10Х18Н9Т	БрАЖН11-6-6			0,48
14Х17Н2	БрАЖМц10-3-1,5	0,20–0,30	0,30–0,45	
14Х17Н2	БрАЖН11-6-6			

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

Материал		Коэффициент трения $\mu_б$ при температуре, t °С			
Бурт	Опора	20	100	200	300
10Х18Н9Т	БрАЖМц10-3-1,5	0,23	0,26	0,40–0,60	0,60–0,90
40Х	БрАЖМц10-3-1,5	0,23	0,24	0,30–0,40	0,80–1,30
14Х17Н2	БрАЖМц10-3-1,5	0,23–0,32		0,32–0,60	0,65–0,80
20Х13	ЖЧ-1	0,21–0,24	0,24–0,35	0,35–0,55	0,55–0,78
10Х18Н9Т	БрАЖН11-6-6	0,25	0,26	0,38	0,50
40Х	БрАЖН11-6-6	0,24		0,32	0,50
14Х17Н2	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 шпиндель – 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 $\mu_к$
Латунь, чугун, бронза	0,25
Стали, кроме 10Х18Н9Т, и твёрдые сплавы	0,30
10Х18Н9Т	0,35

5.8 Значение коэффициента трения между клином и диском в параллельной задвижке, μ_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 $P_р$, 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.

Т а б л и ц а 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	
П р и м е ч а н и е – 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.

Т а б л и ц а 18 – Коэффициенты трения в шпонке

Материалы	Коэффициент трения μ
Сталь по бронзе	0,20
Сталь по стали, кроме 10Х18Н9Т	0,30
10Х18Н9Т	0,40

5.13 Коэффициенты трения в передачах

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

– при наличии смазки μ = 0,10;

– без смазки μ =0,20.

5.13.2 Значения коэффициентов трения для подшипников качения:

– для шарикоподшипников μ = 0,01;

– для роликоподшипников μ =0,02.

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

– при наличии смазки μ = 0,10–0,15;

– без смазки μ = 0,20–0,30.

5.13.4 Значения коэффициентов трения для червячной пары:

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

– $\mu = 0{,}10$ при $v \le 1{,}0$ *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 ЦКБ 057.

6 Условное плечо крутящего момента в трапецеидальной резьбе

6.1 Условное плечо $L_р$, крутящего момента в трапецеидальной резьбе шпинделя при закрытии, определяется по формуле (11):

$$L_р = \frac{d_{ср}}{2} \cdot \mathrm{tg}(\alpha + \rho), \qquad (11)$$

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

Исходные данные:

$d_{ср}$ – средний диаметр резьбы;

$d_о$ – наружный диаметр резьбы;

$t_о$ – ход резьбы;

$t_о = t \cdot z$;

t – шаг;

z – число заходов;

α – угол подъёма в резьбе;

ρ – угол трения в резьбе;

μ – коэффициент трения в резьбе;

$$tg\alpha = \frac{t_о}{\pi \cdot d_{ср}}; \qquad tg\rho = \mu.$$

Таблица 20 – Условное плечо крутящего момента в резьбе

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,15; ρ = 8°32'	μ = 0,17; ρ = 9°39'	μ = 0,20; ρ = 11°19'	μ = 0,25; ρ = 14°02'	μ = 0,30; ρ = 16°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

Продолжение таблицы 20

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,15; ρ = 8°32'	μ = 0,17; ρ = 9°39'	μ = 0,20; ρ = 11°19'	μ = 0,25; ρ = 14°02'	μ = 0,30; ρ = 16°42'
30	3	28,5	1°55'	2,63	2,92	3,35	4,07	4,80
	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

Продолжение таблицы 20

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,15; ρ = 8°32'	μ = 0,17; ρ = 9°39'	μ = 0,20; ρ = 11°19'	μ = 0,25; ρ = 14°02'	μ = 0,30; ρ = 16°42'
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
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

Продолжение таблицы 20

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,15; ρ = 8°32'	μ = 0,17; ρ = 9°39'	μ = 0,20; ρ = 11°19'	μ = 0,25; ρ = 14°02'	μ = 0,30; ρ = 16°42'
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
	32	112,0	5°12'	12,65	14,85	16,61	19,54	22,50
130	6	127,0	0°52'	10,50	11,80	13,70	16,90	20,10
	16	122,0	2°24'	11,80	13,00	14,90	18,00	21,11
	32	122,0	4°46'	14,40	15,69	17,60	20,77	24,00
140	6	137,0	0°48'	11,30	12,63	14,70	18,16	21,60
	16	132,0	2°13'	12,50	13,88	15,90	19,20	22,60
	32	132,0	4°25'	15,20	16,55	18,59	22,00	25,50
150	6	147,0	0°45'	12,00	13,50	15,70	19,40	23,080
	16	142,0	2°03'	13,27	14,70	16,85	20,50	24,10
	32	142,0	4°06'	15,90	17,40	19,60	23,20	26,98
160	8	156,0	0°56'	13,00	14,60	16,93	20,80	24,80
	16	152,0	1°55'	14,00	15,60	17,89	21,75	25,60
	32	152,0	3°50'	16,70	18,20	20,58	24,50	28,50

Окончание таблицы 20

d_o, мм	Резьба			Условное плечо момента в резьбе, $L_p = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\alpha + \rho)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,15; ρ = 8°32'	μ = 0,17; ρ = 9°39'	μ = 0,20; ρ = 11°19'	μ = 0,25; ρ = 14°02'	μ = 0,30; ρ = 16°42'
170	8	166,0	0°53'	13,79	15,45	17,95	22,10	26,30
	16	162,0	1°48'	14,80	16,37	18,90	22,92	27,19
	32	162,0	3°36'	17,40	19,05	21,60	25,71	30,00
180	8	176,0	0°50'	14,50	16,30	18,90	23,30	27,80
	20	170,0	2°09'	16,04	17,74	20,38	24,70	29,00
	40	170,0	4°18'	19,40	21,13	23,76	28,20	32,60
190	8	186,0	0°47'	15,30	17,10	19,92	24,60	29,30
	20	180,0	2°02'	16,80	18,60	21,32	25,92	30,50
	40	180,0	4°03'	20,10	21,98	24,78	29,40	34,10
200	10	195,0	0°56'	16,25	18,20	21,19	26,00	31,00
	20	190,0	1°55'	17,56	19,50	22,30	27,20	32,00
	40	190,0	3°50'	20,80	22,80	25,76	30,70	35,61

6.2 Условное плечо L_p' крутящего момента в трапецеидальной резьбе в начале открытия определяется по формуле (12):

$$L_p' = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\rho' - \alpha) \qquad (12)$$

Для шпинделей с нормальной и мелкой одноходовой и нормальной двухходовой трапецеидальной резьбой условное плечо (L_p') приведено в таблице 21:

Исходные данные:

$d_{ср}$ – средний диаметр резьбы;

d_o – наружный диаметр резьбы;

t_o – ход резьбы,

$t_o = t \cdot z$;

t – шаг;

z – число заходов;

α – угол подъёма в резьбе;

ρ' – угол трения покоя в резьбе;

μ' – коэффициент трения покоя в резьбе;

$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{t_o}{\pi \cdot d_{cp}}; \qquad \mathrm{tg}\rho' = \mu', \qquad \mu' = 1{,}3\ \mu$$

Таблица 21 – Условное плечо (L_p') крутящего момента в резьбе

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p' = \frac{d_{cp}}{2} \cdot \mathrm{tg}(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	d_{cp}, мм	α	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°84'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$
10	2	9,0	4°03'	0,55	0,67	0,84	1,12	1,40
	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
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

Продолжение таблицы 21

d_0, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p' = \frac{d_{ср}}{2} \cdot tg(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_0, мм	$d_{ср}$, мм	α	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°84'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$
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
	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

Продолжение таблицы 21

d_0, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p' = \frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_0, мм	d_{cp}, мм	α	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°84'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$
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

Продолжение таблицы 21

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p' = \frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	d_{cp}, мм	α	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°84'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$
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
	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

Окончание таблицы 21

d_o, мм	Резьба			Условное плечо крутящего момента в резьбе, $L_p' = \frac{d_{cp}}{2} \cdot tg(\rho' - \alpha)$, мм, для коэффициента трения, μ, и угла трения, ρ, в резьбе				
	t_o, мм	d_{cp}, мм	α	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°84'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$
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.):

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

$$Q_1' = \kappa_{cp}' \cdot Q_{cp} + \kappa_y' \cdot Q_y + Q_g. \qquad (14)$$

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

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

$$Q_1' = \kappa_{cp}' \cdot Q_{cp} + \kappa_{yo}' \cdot Q_{yo} + Q_g \qquad (16)$$

где Q_{cp} – усилие от давления среды;

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

Q_{yo} – усилие, необходимое для уплотнения при $P \to 0$;

Q_g – вес перемещающихся деталей.

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

Таблица 22 – Коэффициенты $K_{ср}$, $K'_{ср}$, K_y, K'_y, K_{yo}, K'_{y0}

Тип затвора		Материал колец	Коэффициенты											
			$K_{ср}$	$K_y = K_{yo}$	$K'_{ср}$	$K'_y = K'_{y0}$	$K_{ср}$	$K_y = K_{yo}$	K'_y	$K'_y = K'_{y0}$	$K_{ср}$	$K_y = K_{yo}$	K'_y	$K'_y = K'_{y0}$
			Клиновая задвижка								Параллельная задвижка			
			угол φ = 2°52'				угол φ = 5°				угол φ = 20°			
Тип А	$Q_y \le Q_{ср}$	латунь, чугун, бронза	0,25	0	0,35	0	0,26	0	0,34	0	0,25	0	0,35	0
		сталь, кроме 10Х18Н9Т и твёрдые сплавы	0,30	0	0,39	0	0,31	0	0,39	0	0,30	0	0,40	0
		10Х18Н9Т	0,36	0	0,44	0	0,36	0	0,44	0	0,35	0	0,45	0
	$Q_y > Q_{ср}$	латунь, чугун, бронза	-0,35	0,60	-0,25	0,60	-0,43	0,67	-0,17	0,52	-1,89	2,14	0,35	0
		сталь, кроме 10Х18Н9Т и твёрдые сплавы	-040	0,7	-0,29	0,70	-0,48	0,77	-0,21	0,62	-1,94	2,24	0,40	0
		10Х18Н9Т	-0,46	0,80	-0,34	0,80	-0,54	0,87	-0,26	0,72	-1,99	2,34	0,45	0
Тип Б		латунь, чугун, бронза	0,25	0,60	0,36	0,60	0,24	0,67	0,36	0,52	0,25	2,14	0,35	0
		сталь, кроме 10Х18Н9Т и твёрдые сплавы	0,29	0,70	0,41	0,70	0,29	0,77	0,41	0,62	0,30	2,24	0,40	0
		10Х18Н9Т	0,34	0,80	0,46	0,80	0,33	0,87	0,46	0,72	0,35	2,34	0,45	0

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

– для клиновых задвижек:

$$Q_1 = 2 \cdot R \cdot \cos\varphi \cdot (tg\varphi + \mu_к) - Q_{ср} \cdot \cos\varphi [tg(\rho_к + \varphi) + tg\varphi] - Q_g ; \quad (17)$$

– для параллельных задвижек:

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

где φ – половина угла клина (для параллельных задвижек с распорным клином φ = 20°);

$\mu_к$ – коэффициент трения в уплотнительных кольцах (см. таблица 14);

$\rho_к = arctg\, \mu_к$;

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

μ_N = 0,35;

$\rho_N = arctg\ \mu_N$;

R – реакция кольца корпуса, на которое передаётся $Q_{ср}$ при закрывании.

7.3 Расчёт усилий перемещения, ($Q_1^{'}$) производится по следующим формулам:

– для клиновых задвижек:

$$Q_1^{'} = 2 \cdot R^{'} \cdot \cos\varphi \ (\mu_к^{'} - \mathrm{tg}\varphi) - Q_{ср} \cdot \cos\varphi [\mathrm{tg}(\rho_к^{'} - \varphi) - \mathrm{tg}\varphi] + Q_g \qquad (19)$$

– для параллельных задвижек:

$$Q_1^{'} = \mu_к^{'} \cdot Q_{ср} + Q_g, \qquad (20)$$

где $\mu_к^{'}$ – коэффициент трения покоя в уплотнительных кольцах,

$\mu_к^{'} = \mu_к + 0{,}1;$

$\rho_к^{'} = \mathrm{arctg}\ \mu_к^{'};$

$R^{'}$ – реакция кольца корпуса, на которое передаётся $Q_{ср.}$ 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	$Q_y \le Q_{ср}$	$R = \frac{Q_{ср}}{1 - \mu_к \cdot tg\,\varphi}$ (21) $R^{'} = \frac{Q_{ср}}{1 + \mu_к^{'} \cdot tg\,\varphi}$ (22)	$R = R^{'} = Q_{ср}$ (23)
	$Q_y > Q_{ср}$	$R = R^{'} = Q_y$ (24)	
Тип Б		$R = R^{'} = Q_{уо} + Q_{ср}$ (25)	

7.5 Расчёт значений коэффициентов $\kappa_{ср.}$, $\kappa_у = \kappa_{уо}$, $\kappa'_{ср}$, $\kappa'_у = \kappa'_{уо}$ производится по формулам (26 – 38) (см. таблицу 24).

Таблица 24– Коэффициенты $\kappa_{ср}$, $\kappa'_{ср}$, $\kappa_у$, $\kappa'_у$, $\kappa_{уо}$, $\kappa'_{уо}$

Тип затвора		Коэффициенты, $\kappa_{ср}$, $\kappa_у = \kappa_{уо}$, $\kappa'_{ср}$, $\kappa'_у = \kappa'_{уо}$ определяются по формулам для:	
		клиновой задвижки	параллельной задвижки
Тип А	$Q_y < Q_{сф}$	$\kappa_{ср} = \dfrac{\mu_к}{cos\varphi \cdot (1-\mu_к \cdot tg\varphi)}$ (26) $\kappa'_{ср} = \dfrac{\mu'_к}{cos\varphi \cdot (1+\mu'_к \cdot tg\varphi)}$ (27) $\kappa_у = \kappa'_у = 0$	$\kappa_{ср} = \mu_к$ $\kappa'_{ср} = \mu'_к$ $\kappa_у = \kappa'_у = 0$
	$Q_y > Q_{сф}$	$\kappa_{ср} = -cos\varphi \cdot [tg(\rho_к + \varphi) + tg\varphi]$ (28) $\kappa'_{ср} = -cos\varphi \cdot [tg(\rho'_к - \varphi) - tg\varphi]$ (29) $\kappa_у = 2\, cos\varphi \cdot (tg\varphi + \mu_к)$ (30) $\kappa'_у = 2\, cos\varphi \cdot (\mu'_к - tg\varphi)$ (31)	$\kappa_{ср} = -[2tg(\varphi + \rho_N) + \mu_к]$ (36) $\kappa'_{ср} = \mu'_к$ $\kappa_у = 2 \cdot [tg(\varphi + \rho_N) + \mu_к]$ (37) $\kappa'_у = 0$
Тип Б		$\kappa_{ср} = cos\varphi \cdot [tg\varphi + 2 \cdot \mu_к - tg(\rho_к + \varphi)]$ (32) $\kappa'_{ср} = cos\varphi \cdot [2 \cdot \mu'_к - tg\varphi - tg(\rho'_к - \varphi)]$ (33) $\kappa_{уо} = \kappa_у = 2\, cos\varphi \cdot (tg\varphi + \mu_к)$ (34) $\kappa'_{уо} = \kappa'_у = 2\, cos\varphi \cdot (\mu'_к - tg\varphi)$ (35)	$\kappa_{ср} = \mu_к$ $\kappa'_{ср} = \mu'_к$ $\kappa_{уо} = \kappa_у = 2 \cdot [tg(\varphi + \rho_N) + \mu_к]$ (38) $\kappa'_{уо} = \kappa'_у = 0$

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 № сопроводи-тельного документа и дата	Подп.	Дата
	изме-нённых	заме-нённых	новых	аннули-рован-ных					

Генеральный директор
ЗАО «НПФ «ЦКБА» Дыдычкин В. П.

Первый заместитель генерального директора – директор по научной работе Тарасьев Ю.И

Заместитель генерального директора – главный конструктор Ширяев В.В.

Заместитель директора - начальник технического отдела Дунаевский С.Н

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.

gost.e-ecolog.ru