

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

Акционерное общество «Научно-производственная фирма
«Центральное конструкторское бюро арматуростроения»



СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 120–2018

Арматура трубопроводная

КЛАПАНЫ ЗАПОРНЫЕ СИЛЬФОННЫЕ И САЛЬНИКОВЫЕ С НЕВРАЩАЕМЫМ ШПИНДЕЛЕМ

Методика силового расчета

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА»)

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 18.09.2018 № 81

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

4 СОГЛАСОВАН Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259)

*По вопросам заказа стандартов ЦКБА
обращаться в АО «НПФ ЦКБА»
по телефону (812) 611-10-00, факс 458-72-22
195027, Россия, С-Петербург, пр. Шаумяна, 4, корп.1, лит «А»
standard@ckba.ru*

© АО «НПФ «ЦКБА», 2018

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

С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

Арматура трубопроводная КЛАПАНЫ ЗАПОРНЫЕ СИЛЬФОННЫЕ И САЛЬНИКОВЫЕ С НЕВРАЩАЕМЫМ ШПИНДЕЛЕМ Методика силового расчета

Дата введения: 01.12.2018

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на силовые расчеты запорных сильфонных и сальниковых клапанов с невращаемым шпинделем.

Стандарт устанавливает методику и порядок выполнения силового расчета. В стандарте приведены необходимые расчетные формулы и справочные таблицы.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 9484–81 Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецидальная.
Профили

СТ ЦКБА 002–2003 Арматура трубопроводная. Задвижки. Методика силового расчета

СТ ЦКБА 034–2006 Арматура трубопроводная. Уплотнения сальниковые. Нормы герметичности

СТ ЦКБА 037–2006 Арматура трубопроводная. Узлы сальниковые. Конструкция и основные размеры. Технические требования

СТ ЦКБА 055–2008 Арматура трубопроводная. Затворы арматуры с уплотнением из фторопласта-4 и композиционных материалов. Технические требования и методы крепления уплотнительных колец

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

СТ ЦКБА 060–2008 Арматура трубопроводная. Ходовые резьбовые пары. Основные технические требования

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

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

СТ ЦКБА 086–2010 Арматура трубопроводная. Технические данные и характеристики для силовых расчетов арматуры

2.2 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения определяемых усилий и моментов:

- Q_0 – наибольшее усилие вдоль шпинделя;
- Q – усилие вдоль шпинделя в конечный момент закрытия или в начальный момент открытия;
- Q_1 и Q_1' – усилия вдоль шпинделя (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии соответственно;
- M и M' – наибольшие крутящие моменты на маховике или рукоятке при закрытии и открытии соответственно;
- M_p и M_p' – моменты в резьбе в конечный момент закрытия и начальный момент открытия соответственно;
- M_{p1} и M_{p1}' – моменты в резьбе (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии соответственно;
- M_b и M_b' – моменты трения в уплотнении в конечный момент закрытия и начальный момент открытия соответственно;
- M_{b1} и M_{b1}' – моменты трения в бурте (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии соответственно;
- Q_b и M_b – усилие по шпинделю и крутящий момент на маховике или рукоятке при создании верхнего уплотнения;
- Q_m и Q_m' – необходимые усилия на маховике или рукоятке при закрытии и открытии соответственно;
- Q_{om} – максимально возможное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху;
- q_{um} – максимально возможная удельная нагрузка в уплотнении при расчете сверху;
- q_n – предельно допустимая удельная нагрузка в уплотнении.

2.3 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения исходных данных:

- P – расчетное давление;
- ΔP – перепад давления, при котором производится закрытие или открытие клапана (без разгрузочного золотника);
- ΔP_0 – перепад давления, при котором производится открытие клапана (подача среды на золотник при разгрузочном золотнике);
- P_1 – давление над золотником в закрытом положении;
- D_1 и D_2 – внутренний и наружный диаметры уплотнения.
- $D_{\text{нар}}$ и $D_{\text{вн}}$ – наружный и внутренний диаметры сильфона.

2.4 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения входящих в расчет величин:

- $D_{\text{ср}}$ – средний диаметр уплотнения;
- b – ширина уплотнения (рисунок 2);
- $D_{\text{выт}}$ – средний диаметр, принятый при расчете площади $F_{\text{шп}}$;
- F – площадь действия давления среды на золотник;
- $F_{\text{шп}}$ – площадь действия давления среды на шпиндель;
- $Q_{\text{ср}}$ и $Q_{\text{ср}}'$ – усилия от давления среды на золотник при закрытии и открытии соответственно;
- $M_{\text{рв}}$ и $M_{\text{бв}}$ – моменты в резьбе и в бурте при создании верхнего уплотнения;
- $M_{\text{рз}}$ и $M_{\text{ро}}'$ – моменты в резьбе в начальный момент закрытия и конечный момент открытия;
- M_3 и M_3' – крутящие моменты на маховике или рукоятке в начальный момент закрытия и конечный момент открытия;
- M_1 и M_1' – крутящие моменты на маховике или рукоятке (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии;
- M_2 и M_2' – крутящие моменты на маховике или рукоятке (подача среды на золотник) в конечный момент закрытия и начальный момент открытия;
- $M_{\text{расч}}$ – расчетный крутящий момент на маховике или рукоятке;
- $M_{\text{кр}}^*$ – крутящий момент, по которому подбирается маховик или рукоятка;
- $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент, развиваемый выбранным маховиком или рукояткой, или электроприводом;
- $Q_{\text{шп}}$ и $Q_{\text{шп}}'$ – усилия, выталкивающие шпиндель в закрытом и открытом положении соответственно;

$Q_{ср.m}$	– наибольшее усилие от давления среды (подача среды под золотник);
Q_y и Q_{y0}	– усилия, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \rightarrow 0$ соответственно;
$Q_{ом1}$	– максимальное усилие вдоль шпинделя при закрытии без среды;
$Q_{ум}$	– максимально возможное усилие уплотнения при расчете сверху;
Q_2	– усилие вдоль шпинделя, соответствующее уплотнению разгрузочного золотника при отсутствии перепада давлений;
Q_3 и Q_3'	– усилия вдоль шпинделя в начальный момент закрытия и конечный момент открытия соответственно;
$Q_{ст}$	– осевая статическая нагрузка для подшипника;
i и η	– передаточное число и коэффициент полезного действия редуктора;
T_c	– сила трения в сальнике;
l	– длина линии уплотнения;
n_1	– коэффициент, учитывающий угол наклона β и трение в уплотнении;
q_y и q_{y0}	– погонные нагрузки, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \rightarrow 0$ соответственно;
q_{y1}, q_{y2}, q_y' и q_{y10}	– погонные нагрузки при расчете q_y и q_{y0} ;
L_y	– условное плечо момента трения в уплотнении;
L_p, L_p', L_p''	– условные плечи момента в резьбе шпинделя;
$d_{ср}$	– средний диаметр резьбы шпинделя;
d_6 и d_{61}	– средние диаметры бурта (рисунок 1);
d_o	– диаметр отверстия в основном золотнике, через которое проходит среда при разгрузке (подача среды на золотник при разгрузочном золотнике);
L_6, L_6', L_{61}	– условные плечи момента трения в бурте;
$D_m^* (L^*)$	– диаметр маховика (длина рукоятки), развивающего (с округлением в большую сторону) момент M_{kp}^* ;
$D_m (L)$	– диаметр маховика (длина рукоятки) по чертежу;
x, x_1, x_1', x_3'	– коэффициенты, учитывающие трение в шпонке или в другой детали, не допускающей вращение шпинделя;
μ_y	– коэффициент трения в уплотнении;
μ_6 и μ_{61}	– коэффициент трения в бурте;
μ и μ'	– коэффициенты трения в резьбе (движения и покоя соответственно);
m	– коэффициент, учитывающий вид среды;
c и k	– коэффициенты, зависящие от материала уплотнения.

3 Методика силового расчета

3.1 Задача силового расчета

3.1.1 Задачей расчета является определение усилий и моментов, необходимых для управления клапаном, и получение исходных данных для расчета на прочность.

3.1.2 Условие прочности уплотнения:

$$q_{\text{ум}} \leq q_{\text{n}}.$$

3.2 Исходные данные

Для выполнения расчета должны быть представлены следующие исходные данные:

- тип клапана (рисунок 1) – тип I (сильфонный без сальника), тип II (сильфонный с дублирующим сальником), тип III (сальниковый);
- направление подачи среды (под золотник или на золотник);
- вид уплотнения – 1 или 2 (рисунок 2);
- материал уплотнения, шпинделя, резьбовой втулки, опор бурта, набивки;
- вид рабочей среды;
- вид ручного привода (маховик, двуплечная рукоятка, одноплечная рукоятка или ключ);
- расположение маховика;
- геометрические размеры запорного клапана: β , a , D , d_c , D_h , H , D_m (или L), D_1 и D_2 (рисунки 1 и 2);
 - $d \times h$ – наружный диаметр d и ход резьбы шпинделя h (для однозаходной резьбы ход равен шагу f);
- обозначение и размеры подшипника;
- величины давлений: P , ΔP , P_1 .

Величины, отмеченные в форме расчета приложения А знаком « $\bar{\cdot}$ », относятся к разгрузочному золотнику; знаком « $\tilde{\cdot}$ » отмечены величины без учета коэффициентов x , x_1 , x_1' , x_3' .

3.3 Приведенные на рисунке 1 схемы клапанов распространяются на клапаны с различными конструкциями корпуса (проходные, угловые, со смещенными патрубками, прямоточные).

Вместо цельного невращаемого шпинделя могут быть невращаемые шпиндель и шток.

Соединение золотника со шпинделем – любое, имеющее осевой люфт.

При отсутствии осевого люфта (например, неразъемное соединение) для случая подачи среды на золотник или для верхнего уплотнения величины q_{y10} , q_{yo} и Q_{yo} не определяют. Формулу для $Q(Q_b)$ при $Q_y \leq Q_{cp}$ заменяют формулой $Q(Q_b)$ при $Q_y > Q_{cp}$.

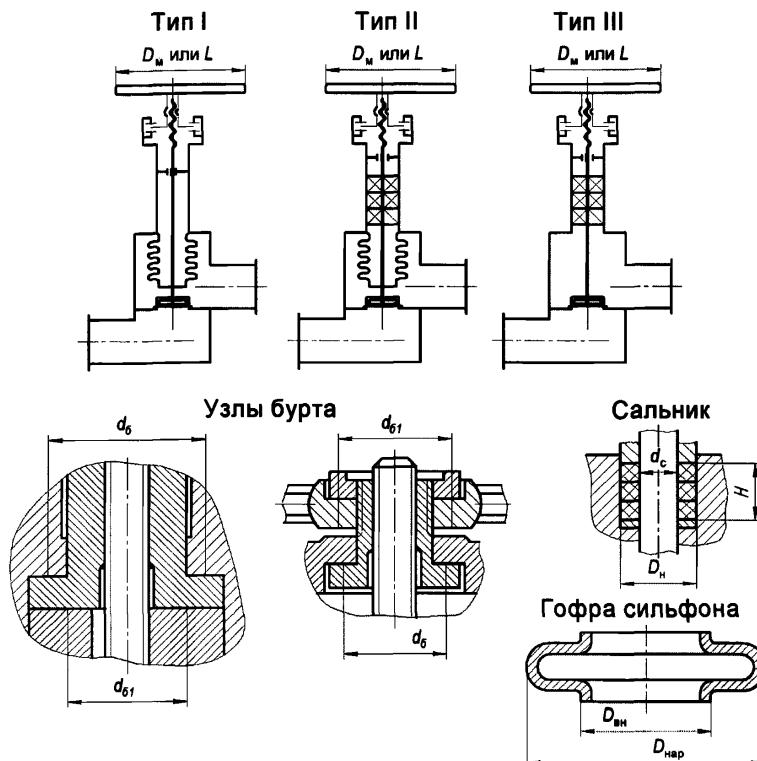


Рисунок 1 – Схемы клапанов, буртов и уплотнений шпинделя

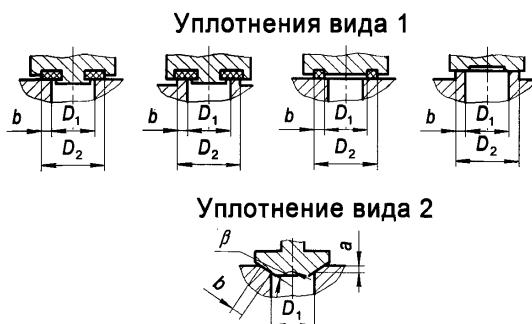


Рисунок 2 – Виды уплотнений затвора

3.4 Если клапан (без разгрузочного золотника) закрывают и открывают при перепаде давления ΔP , то при расчете величин q_y и $Q_{\text{ср}}$ вместо давления P принимают величину ΔP , а при расчете усилия $Q_{\text{шл}}$ принимают величину P_1 . Формулы для Q_0 , M и M' (подача среды на золотник) заменяют формулами из раздела «Усилия и моменты при наличии ΔP без разгрузочного золотника (подача среды на золотник)» приложения А.

Если при подаче среды на золотник клапан (без разгрузочного золотника) закрывают при давлении P , а открывают – при перепаде давления ΔP и давлении над золотником в закрытом положении P_1 ($\Delta P \leq P_1 \leq P$), то формулу для Q_1' и \tilde{Q}_1' заменяют формулой, приведенной в том же разделе приложения А.

При определении усилий и моментов в открытом положении жесткостью сильфонов (типы I и II) пренебрегают.

3.5 Наружный и внутренний диаметры сильфона $D_{\text{нар}}$ и $D_{\text{вн}}$ (рисунок 1) принимают согласно стандартам или техническим условиям. Если приводят величину эффективной площади $F_{\text{эф}}$, то величины $D_{\text{нар}}$, $D_{\text{вн}}$ и $D_{\text{выт}}$ не определяют, а принимают $F_{\text{шл}} = F_{\text{эф}}$.

3.6 При наличии разгрузочного золотника (подача среды на золотник) при расчете величин Q_0 , M_p , M_p' , M_b и M_b' вместо усилия Q вводят усилие \bar{Q} , приведенное в разделе «Усилия и моменты для разгрузочного золотника» приложения А. Формулы для $Q_1'(\tilde{Q}_1')$, и M' заменяют формулами, приведенными в том же разделе приложения А.

3.7 Для клапанов без шарикоподшипников:

- d_6 – средний диаметр касания верхней части бурта и опоры;

- d_{61} – средний диаметр касания нижней части бурта и опоры (или средний диаметр касания маховика и крышки).

Наиболее характерные типы буртов показаны на рисунке 1.

Коэффициент трения в бурте μ_b без смазки: 0,15 – при сочетании материалов чугун–чугун и 0,3–0,4 – при сочетании материалов сталь–сталь.

3.8 Для клапанов с шарикоподшипниками:

- $d_6 = d_{61}$ – средний диаметр шарикоподшипника;

- $\mu_b = \mu_{61} = 0,01$.

3.9 Усилия Q_y , Q_0 и $Q_{\text{ср}}$ для расчета верхнего уплотнения определяют по формулам раздела «Основные усилия» приложения А. При этом в графе в виде дроби вписывают два значения соответствующих величин (геометрических размеров, коэффициентов, погонных нагрузок и усилий): в числителе – для основного уплотнения, в знаменателе – для верхнего уплотнения.

3.10 Если $Q_1 \leq 0$ или $Q_1' \leq 0$, то величины M_1 или M_1' не определяют и не учитывают при расчете величин M или M' .

3.11 При расчете сверху нижние формулы для $Q_{\text{ом}}$ и $Q_{\text{ум}}$ соответствуют закрытию без среды с последующей подачей среды.

3.12 Усилие трения в шпонке $T_{\text{шп}}$ (или в другой детали, не допускающей вращение шпинделя) учитывается коэффициентами x , x_1 , x_1' , x_3' .

Рекомендуется $x \approx 1,1$.

Формула для усилия $T_{\text{шп}}$ в зависимости от противоположности или совпадения направлений движения шпинделя и усилия $Q_{\text{без}}$ имеет вид:

$$T_{\text{шп}} = \frac{Q_{\text{без}}}{\frac{R}{\mu_{\text{шп}} \cdot L_p} - 1} \quad \text{или} \quad T_{\text{шп}} = \frac{Q_{\text{без}}}{\frac{R}{\mu_{\text{шп}} \cdot L_p \text{ (или } L_p')} + 1},$$

где $Q_{\text{без}}$ – усилие вдоль шпинделя без учета $T_{\text{шп}}$;

R – расстояние от оси шпинделя до поверхности трения;

$\mu_{\text{шп}}$ – коэффициент трения шпонки.

3.13 Формулы и таблицы условных плеч моментов в резьбе L_p и L_p' приведены в справочном приложении Б.

3.14 Исходные данные для расчета удельных нагрузок в уплотнении (коэффициенты m , c , k и q_y) и расчетные формулы принимают по СТ ЦКБА 068 и СТ ЦКБА 086.

Предельно допустимые удельные нагрузки q_n принимают по СТ ЦКБА 068, для фоторпласта-4 – по СТ ЦКБА 055.

Коэффициенты трения μ , μ_u , μ_b и μ_{b1} принимают по СТ ЦКБА 057 и СТ ЦКБА 060.

3.15 Силу трения в сальнике T_c определяют по СТ ЦКБА 002, СТ ЦКБА 037 и СТ ЦКБА 034. Допускается определять T_c по другим методикам.

3.16 Выбор маховика (рукоятки) проводят по СТ ЦКБА 072 по крутящему моменту M_{kp}^* (с округлением в большую сторону).

3.17 При расчете сверху в случае управления маховиком (рукояткой) крутящий момент M_{kp} принимают по СТ ЦКБА 072 равным максимальному моменту, развиваемому выбранным маховиком (рукояткой). Если выбранный маховик имеет диаметр $D_m < D_m^*$, принимают $M_{kp} = M_{\text{расч}}$.

Если клапан управляет электроприводом, M_{kp} принимают равным максимальному моменту электропривода при настройке в сторону закрытия клапана.

3.18 При выполнении силового расчета на конкретное изделие рекомендуется пользоваться формой расчета в соответствии с приложением А, где приведены исходные данные и алгоритм расчета.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма силового расчета

Таблица А.1 – Форма силового расчета

Расчетные величины и формулы		Размер- ность	DN			
<u>Основные усилия</u>						
Тип клапана (I, II или III – см. рисунок 1)		–				
Подача среды (под или на золотник)		–				
Вид уплотнения (1 или 2 – см. рисунок 2)		–				
См. 3.4 Вид 1	P	МПа				
	ΔP	МПа				
	P_1	МПа				
	D_1	мм				
Вид 2	D_2	мм				
	$D_{cp} = 0,5(D_1 + D_2)$	мм				
	$b = 0,5(D_2 - D_1)$	мм				
	D_1	мм				
Тип I и II См. 3.5 Тип II и III	β	градус				
	a	мм				
	$D_{cp} = D_1 + \operatorname{atg} \beta$	мм				
	$b = a/\cos \beta$	мм				
Шифр сильфона и документ		–				
См. 3.5 Тип II и III	$D_{нар}$	мм				
	$D_{вн}$	мм				
	$D_{выт} = 0,5(D_{нар} + D_{вн})$	мм				
	d_c	мм				
Тип III	$D_{выт} = d_c$	мм				
$F = \frac{\pi}{4} D_{cp}^2$		мм ²				
См. 3.5	$F_{шп} = \frac{\pi}{4} D_{выт}^2$	мм ²				
См. 3.4 Под золотник	$Q_{cp} = P \cdot F$ (или $Q_{cp} = \Delta P \cdot F$ – при ΔP)	Н				
	$Q_{шп} = P \cdot F_{шп}$ (или $Q_{шп} = P_1 \cdot F_{шп}$ – при ΔP)	Н				
Под золотник	ΔP не задано	$Q_{cp, м} = \max(Q_{cp}; Q_{шп})$	Н			
	ΔP задано	$Q_{cp, м} = \max(Q_{cp} + Q_{шп}; P \cdot F_{шп})$	Н			
Материал уплотнения						–
Вид среды						–
См. СТ ЦКБА 086	m	–				
	c	–				
	k	–				
	q_y	МПа				
	$q_y = q_{y1}$	МПа				
	$Q_y = \pi \cdot D_{cp} \cdot b \cdot q_y$	Н				
	q_y' (см. 3.14)	Н/мм				
	$l = \pi \cdot D_{cp}$	мм				
	μ_y (см. 3.14)	–				
	$n_1 = \sin \beta + \mu_y \cdot \cos \beta$ (для вида 1 $n_1 = 1$)	–				
	$Q_y = q_y' \cdot l \cdot n_1$	Н				

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы		Размерность	DN			
$Q_y \leq Q_{cp}$ на золотник или верхнее уплотнение	$q_{y10} = m \cdot c \sqrt{0,1b}$ $q_{y0} = q_{y10}$ $Q_{y0} = q_{y0} \cdot l \cdot n_1$ $q_{y0} = m \cdot c / \sqrt{10b}$ $Q_{y0} = \pi \cdot D_{cp} \cdot b \cdot q_{y0}$		Н/мм			
x (рекомендуется $x = 1$)			Н/мм			
			Н			
			МПа			
			Н			
			—			
Сила трения в сальнике (для типа I $T_c = 0$)						
Материал набивки			—			
D_h			мм			
d_c			мм			
H			мм			
См. 3.15	T_c		Н			
Наибольшее усилие вдоль шпинделя						
Под золотник	$Q = x(Q_{cp,m} + Q_y + T_c)$	Н				
	$Q_0 = Q$	Н				
На золотник	$\bar{Q}_1 = Q_{cp} - Q_{shp} - T_c$ (с учетом знака)	Н				
	x_1 (при $\bar{Q}_1 > 0$ $x_1 = 0,9$ при $\bar{Q}_1 \leq 0$ $x_1 = 1,1$)	—				
	$Q_1 = x_1 \cdot \bar{Q}_1$ (с учетом знака)	Н				
См. 3.4	$\bar{Q}_1' = Q_{cp} - Q_{shp} + T_c$ (с учетом знака)	Н				
	x_1' (при $\bar{Q}_1' > 0$ $x_1' = 1,1$ при $\bar{Q}_1' \leq 0$ $x_1' = 0,9$)	—				
	$Q_1' = x_1' \cdot \bar{Q}_1'$ (с учетом знака)	Н				
См. 3.3	$Q_y \leq Q_{cp}$ $Q = x(Q_{y0} + Q_{shp} + T_c)$	Н				
	$Q_y > Q_{cp}$ $Q = x(Q_y + Q_{shp} + T_c)$	Н				
	$Q_0 = \max(Q, Q_1 , Q_1')$ (см. 3.6)	Н				
Наибольший крутящий момент в резьбе						
Резьба $d \times t$		мм				
Материал шпинделя		—				
Материал резьбовой втулки		—				
μ (см. 3.14)		—				
$\mu' = 1,3 \cdot \mu$		—				
L_p (см. 3.13)		мм				
L_p' (см. 3.13)		мм				
На золотник	d_{cp}	мм				
	$L_p'' \approx \frac{\mu \cdot d_{cp}}{2} - \frac{t}{2\pi}$	мм				
	$Q_1 \geq 0$ $M_{p1} = Q_1 \cdot L_p''$	Н·мм				
	$Q_1' \geq 0$ $M_{p1}' = Q_1' \cdot L_p''$	Н·мм				
См. 3.6	$M_p = Q \cdot L_p$	Н·мм				
	$M_p' = Q \cdot L_p'$	Н·мм				
Наибольший момент трения в бурте						
Обозначение и размеры подшипника		—				
См. 3.7, 3.8	d_b	мм				
	Материал деталей, определяющих d_b	—				
	μ_b	—				

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы			Размер- ность	DN				
$L_6 = 0,5 \cdot d_6 \cdot \mu_6$			ММ					
$L_6' = 1,3 \cdot L_6$			ММ					
На золотник или верхнее уплотнение	см. 3.7, 3.8	d_{61}	ММ					
		Материал деталей, определяющих d_{61}	—					
	μ_{61}	μ_{61}	—					
		$L_{61} = 0,5 \cdot d_{61} \cdot \mu_{61}$	ММ					
На зо- лотник	$Q_1 \geq 0$	$M_{61} = Q_1 \cdot L_{61}$	Н·мм					
	$Q_1' \geq 0$	$M_{61}' = Q_1' \cdot L_{61}$	Н·мм					
См. 3.6	$M_6 = Q \cdot L_6$		Н·мм					
	$M_6' = Q \cdot L_6'$		Н·мм					
Усилия и моменты при создании верхнего уплотнения								
См. 3.3, 3.9	$Q_y > Q_{cp}$	$Q_b = x(Q_y + T_c)$	Н					
	$Q_y \leq Q_{cp}$	$Q_b = x(Q_{y0} + T_c)$	Н					
$M_{pb} = Q_b \cdot L_p$			Н·мм					
$M_{6b} = Q_b \cdot L_{61}$			Н·мм					
$M_t = M_{pb} + M_{6b}$			Н·мм					
Усилия и моменты для разгрузочного золотника (подача среды на золотник)								
D_1			ММ					
D_2			ММ					
$D_{cp} = 0,5(D_1 + D_2)$			ММ					
$\bar{b} = 0,5(D_2 - D_1)$			ММ					
Материал уплотнения			—					
См. 3.14	c	—						
	k	—						
	\bar{q}_y		Н/мм					
$\bar{l} = \pi \cdot D_{cp}$			ММ					
$\bar{Q}_y = \bar{q}_y \cdot \bar{l}$			Н					
$\bar{Q}_{cp} = \frac{\pi}{4} \bar{D}_{cp}^2 \cdot P$			Н					
$\bar{Q}_y > \bar{Q}_{cp}$	$Q_2 = x(\bar{Q}_y - \bar{Q}_{cp} + Q_{шп} + Q_{cp} + T_c)$		Н					
	$\bar{Q} = \max(Q; Q_2)$		Н					
$\bar{Q}_y \leq \bar{Q}_{cp}$	$\bar{Q} = Q$		Н					
	d_0		ММ					
ΔP_0			МПа					
$Q'_{cp} = \Delta P_0 \cdot \frac{\pi}{4} (D_{cp}^2 - d_0^2)$			Н					
$\tilde{Q}'_1 = Q'_{cp} - Q_{шп} + T_c$ (с учетом знака)			Н					
x_1' (при $\tilde{Q}'_1 > 0$ $x_1' = 1,1$ при $\tilde{Q}'_1 \leq 0$ $x_1' = 0,9$)			—					
$Q'_1 = x_1' \cdot \tilde{Q}'_1$ (с учетом знака)			Н					
$\tilde{Q}'_1 = \bar{Q}_{cp} - Q_{шп} + T_c$ (с учетом знака)			Н					
\bar{x}'_1 (при $\tilde{Q}'_1 > 0$ $\bar{x}'_1 = 1,1$ при $\tilde{Q}'_1 \leq 0$ $\bar{x}'_1 = 0,9$)			—					
$\bar{Q}'_1 = \bar{x}'_1 \cdot \tilde{Q}'_1$ (с учетом знака)			Н					
$\bar{Q}'_1 \geq 0$	$\bar{M}'_{p1} = \bar{Q}'_1 \cdot L_p$		Н·мм					
	$\bar{M}'_{61} = \bar{Q}'_1 \cdot L_{61}$		Н·мм					
	$\bar{M}'_1 = \bar{M}'_{p1} + \bar{M}'_{61}$		Н·мм					

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы		Размерность	DN					
M' = max(M'_1; M'_1; M'_2) (Величины M'_1; M'_2 см. ниже)			H·мм					
<u>Усилия и моменты при наличии ΔP без разгрузочного золотника</u> (подача среды на золотник)								
<u>Закрытие и открытие при ΔP</u>								
См. 3.10	$Q_{шп}' = P \cdot F_{шп}$	H						
	$Q_3 = x(Q_{шп}' + T_c)$	H						
	$M_3 = Q_3(L_p + L_b)$	H·мм						
	$Q_3' = (Q_{шп}' - T_c)$ (с учетом знака)	H						
	x_3' (при $Q_3' > 0$ $x_3' = 0,9$ при $Q_3' \leq 0$ $x_3' = 1,1$)	—						
	$Q_3' = x_3' \cdot \bar{Q}_3'$ (с учетом знака)	H·мм						
	$Q_3' > 0 \quad M_3' = Q_3'(L_p'' + L_b)$	H·мм						
	$Q_3' \leq 0 \quad M_3' = Q_3' \cdot (L_p + L_{61}) + M_c$	H·мм						
	$Q_0 = \max(Q; Q_1 ; Q_1' ; Q_3)$	H						
	$M = \max(M_1; M_2; M_3)$ (Величины M ₁ и M ₂ см. ниже)	H·мм						
<u>Только открытие при ΔP</u>								
См. 3.10	$Q_{cp}' = \Delta P \cdot F$	H						
	$\bar{Q}_1' = Q_{cp}' - P_1 \cdot F_{шп} + T_c$ (с учетом знака)	H						
	x_1' (при $\bar{Q}_1' > 0$ $x_1' = 1,1$ при $\bar{Q}_1' \leq 0$ $x_1' = 0,9$)	—						
	$Q_1' = x_1' \cdot \bar{Q}_1'$	H						
	<u>Расчетный крутящий момент на маховике (рукоятке)</u>							
<u>Под золотник</u>		$M = M_p + M_b$	H·мм					
		$M' = M_p' + M_b'$	H·мм					
<u>На золотник</u>		$Q_1 > 0 \quad M_1 = M_{p1} + M_{61}$	H·мм					
		$M_2 = M_p + M_b$	H·мм					
		$Q_1' > 0 \quad M_1' = M_{p1}' + M_{61}'$	H·мм					
		$M_2' = M_p' + M_b'$	H·мм					
См. 3.4. 3.7	$M = \max(M_1; M_2)$	H·мм						
	$M' = \max(M_1'; M_2')$	H·мм						
		$M_{расч} = \max(M; M')$	H·мм					
<u>Диаметр маховика (длина рукоятки) и необходимое усилие на маховике (рукоятке)</u>								
Для ре- дуктора	№ редуктора		—					
	i	(При отсутствии редуктора	—					
	η	$i = 1; \eta = 1$)	—					
$M_{kp}^* = \frac{1,25 \cdot M_{расч}}{i \cdot \eta}$		H·мм						
<u>Вид ручного привода</u>								
<u>Расположение маховика (рукоятки) (вертикальное, горизонтальное)</u>								
D_m^* (или L^*) (см. 3.11)		ММ						
<u>Диаметр маховика (длина рукоятки) по чертежу D_m (или L)</u>		ММ						

Окончание таблицы А.1

Расчетные величины и формулы	Размерность	DN					
$Q_m = \frac{2 \cdot M}{D_m (\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$	Для ключей	$Q_m = \frac{M}{L \cdot i \cdot \eta}$	H				
$Q_m' = \frac{2 \cdot M'}{D_m (\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$		$Q_m' = \frac{M'}{L \cdot i \cdot \eta}$	H				
<u>Крутящие моменты для настройки электропривода</u>							
В сторону закрытия M		H·мм					
В сторону открытия M'		H·мм					
<u>Расчет от максимального крутящего момента, развиваемого маховиком (рукояткой) или электроприводом (расчет сверху)</u>							
Вид привода		-					
M_{kp} (см. 3.17)		H·мм					
$Q_{0m1} = \frac{M_{kp} \cdot i \cdot \eta}{L_p + L_6}$ (При отсутствии редуктора $i = 1; \eta = 1$)		H					
Под золотник	$Q_{0m} = Q_{0m1}$ или (см. 3.7) $Q_{0m} = Q_{0m1} + Q_{cp}$	H					
	$Q_{ym} = Q_{0m1} - Q_{cp}$ или (см. 3.7) $Q_{ym} = Q_{0m1}$	H					
На золотник	$Q_{cp} > Q_{shp}$	$Q_{0m} = Q_{0m1} + Q_{cp} - Q_{shp}$ $Q_{ym} = Q_{0m}$	H				
	$Q_{shp} > Q_{cp}$	$Q_{0m} = Q_{0m1}$ или (см. 3.7) $Q_{0m} = Q_{0m1} + Q_{shp} - Q_{cp}$	H				
	$Q_{shp} > Q_{cp}$	$Q_{ym} = Q_{0m1} + Q_{cp} - Q_{shp}$ или (см. 3.7) $Q_{ym} = Q_{0m1}$	H				
	См. 3.10	q_{ym} q_n	H/mm H/mm				
Условие прочности $q_{ym} \leq q_n$ (выполнено, не выполнено)							
<u>Определение запаса прочности подшипника</u>							
Номер подшипника и ГОСТ на подшипник		-					
Q_{0m1}		H					
Q_{0m1}		H					
$n = Q_{ct}/Q_{0m1}$		-					
Условие прочности $n \geq 1,3$ (выполнено, не выполнено)		-					

**Приложение Б
(справочное)****Условные плечи момента в резьбе**

Б.1 Условные плечи момента в резьбе при закрытии L_p и в начале открытия L'_p запорного элемента для шпинделей с трапециoidalной однозаходной и двузаходной резьбой по ГОСТ 9484 приведены в таблицах Б.1 и Б.2 и определяются по формулам:

$$L_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) \text{ и } L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\rho' - \alpha),$$

где

d – наружный диаметр резьбы;

d_{cp} – средний диаметр резьбы;

α – угол подъема винтовой линии резьбы: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi \cdot d_{cp}}$,

ρ – угол трения в резьбе: $\operatorname{tg} \rho = \mu$,

где

μ – коэффициент трения в резьбе;

ρ' – угол трения покоя в резьбе: $\operatorname{tg} \rho' = \mu'$,

где

μ' – коэффициент трения покоя в резьбе: $\mu' = 1,3 \cdot \mu$.

h – ход резьбы: $h = t \cdot n$,

где

t – шаг резьбы;

n – число заходов в резьбе.

Таблица Б.1 – Условные плечи момента в резьбе при закрытии

d, мм	Резьба			$L_p = \frac{d_{\text{cp}}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм								
	t, мм	d _{cp} , мм	α	$\mu = 0,1$ $\rho = 5^\circ 43'$	$\mu = 0,15$ $\rho = 8^\circ 32'$	$\mu = 0,17$ $\rho = 9^\circ 39'$	$\mu = 0,20$ $\rho = 11^\circ 19'$	$\mu = 0,25$ $\rho = 14^\circ 02'$	$\mu = 0,30$ $\rho = 16^\circ 42'$	$\mu = 0,35$ $\rho = 19^\circ 18'$	$\mu = 0,40$ $\rho = 21^\circ 49'$	$\mu = 0,45$ $\rho = 24^\circ 14'$
10	2	9	4°03'	0,0775	0,100	0,110	0,124	0,146	0,1705	0,1943	0,2182	0,2421
	3	8,5	6°25'	0,0914	0,113	0,122	0,136	0,159	0,181	0,2047	0,2282	0,2518
	6	8,5	12°42'	0,1415	0,165	0,174	0,190	0,214	0,239	0,2656	0,2923	0,3195
12	2	11	3°19'	0,0874	0,115	0,126	0,143	0,172	0,200	0,2291	0,2576	0,2869
	3	10,5	5°12'	0,1013	0,128	0,139	0,156	0,183	0,211	0,2393	0,2677	0,2962
	6	10,5	10°19'	0,1509	0,179	0,191	0,208	0,238	0,267	0,2984	0,3297	0,3615
14	2	13	2°48'	0,0973	0,130	0,144	0,163	0,196	0,230	0,2639	0,2978	0,3317
	3	12,5	4°22'	0,1111	0,143	0,156	0,176	0,208	0,241	0,2739	0,3073	0,3408
	6	12,5	8°42'	0,1606	0,194	0,207	0,228	0,262	0,296	0,3323	0,3684	0,4048
16	2	15	2°26'	0,1074	0,145	0,161	0,184	0,222	0,260	0,2990	0,3379	0,3767
	4	14	5°12'	0,1350	0,171	0,185	0,208	0,244	0,282	0,3190	0,3569	0,3950
	8	14	10°19'	0,2011	0,240	0,254	0,278	0,316	0,356	0,3979	0,4397	0,4820
18	2	17	2°09'	0,1174	0,160	0,178	0,203	0,246	0,290	0,3340	0,3779	0,4216
	4	16	4°32'	0,1447	0,186	0,203	0,227	0,269	0,311	0,3534	0,3963	0,4392
	8	16	9°03'	0,2109	0,254	0,271	0,297	0,342	0,386	0,4317	0,4782	0,5252
20	2	19	1°55'	0,1273	0,175	0,195	0,223	0,272	0,320	0,3688	0,4177	0,4664
	4	18	4°03'	0,1549	0,201	0,219	0,247	0,294	0,341	0,3885	0,4364	0,4842
	8	18	8°03'	0,2205	0,269	0,287	0,316	0,365	0,415	0,4655	0,5168	0,5686
22	2	21	1°45'	0,1346	0,190	0,212	0,244	0,297	0,350	0,4041	0,4580	0,5117
	5	19,5	4°39'	0,1784	0,229	0,249	0,279	0,330	0,381	0,4331	0,4854	0,5379
	10	19,5	9°15'	0,2606	0,312	0,334	0,366	0,420	0,475	0,5305	0,5874	0,6449
24	2	23	1°35'	0,1473	0,205	0,227	0,263	0,321	0,380	0,4388	0,4976	0,5563
	5	21,5	4°14'	0,1886	0,244	0,266	0,299	0,355	0,410	0,4682	0,5255	0,5829
	10	21,5	8°25'	0,2707	0,328	0,350	0,386	0,444	0,504	0,5648	0,6264	0,6888
26	2	25	1°28'	0,1575	0,220	0,246	0,284	0,346	0,410	0,4740	0,5379	0,6016
	5	23,5	3°53'	0,1987	0,259	0,283	0,319	0,380	0,440	0,5032	0,5655	0,6278
	10	23,5	7°42'	0,2803	0,342	0,367	0,404	0,467	0,533	0,5987	0,6652	0,7323
28	2	27	1°21'	0,1673	0,235	0,262	0,304	0,371	0,440	0,5088	0,5777	0,6463
	5	25,5	3°34'	0,2084	0,274	0,300	0,339	0,405	0,470	0,5377	0,6050	0,6722
	10	25,5	7°07'	0,2905	0,357	0,384	0,425	0,493	0,563	0,6334	0,7048	0,7767
30	3	28,5	1°55'	0,1910	0,263	0,292	0,335	0,407	0,480	0,5532	0,6265	0,6997
	6	27	4°02'	0,2138	0,301	0,328	0,371	0,441	0,511	0,5823	0,6541	0,7259
	12	27	8°03'	0,3308	0,402	0,430	0,475	0,549	0,621	0,6983	0,7752	0,8529
32	3	30,5	1°48'	0,2012	0,279	0,309	0,355	0,434	0,510	0,5884	0,6668	0,7449
	6	29	3°46'	0,2422	0,316	0,347	0,392	0,465	0,541	0,6175	0,6942	0,7710
	12	29	7°30'	0,3405	0,416	0,448	0,495	0,572	0,651	0,7324	0,8143	0,8967
34	3	32,5	1°41'	0,2111	0,293	0,325	0,375	0,456	0,540	0,6232	0,7066	0,7896
	6	31	3°31'	0,2520	0,330	0,362	0,410	0,490	0,570	0,6521	0,7338	0,8155
	12	31	7°00'	0,3498	0,430	0,464	0,514	0,596	0,680	0,7661	0,8527	0,9399
36	3	34,5	1°36'	0,2215	0,308	0,343	0,395	0,482	0,570	0,6587	0,7471	0,8351
	6	33	3°19'	0,2623	0,346	0,380	0,431	0,515	0,600	0,6874	0,7741	0,8608
	12	33	6°36'	0,3603	0,445	0,481	0,532	0,620	0,711	0,8012	0,8928	0,9849
38	3	36,5	1°30'	0,2311	0,324	0,360	0,414	0,507	0,600	0,6933	0,7866	0,8796
	6	35	3°07'	0,2720	0,360	0,397	0,450	0,540	0,630	0,7219	0,8136	0,9052
	12	35	6°14'	0,3704	0,461	0,500	0,553	0,645	0,740	0,8360	0,9325	1,0295
40	3	38,5	1°25'	0,2409	0,338	0,377	0,435	0,531	0,630	0,7180	0,8264	0,9244
	6	37	2°57'	0,2820	0,376	0,413	0,470	0,565	0,660	0,7569	0,8535	0,9501
	12	37	5°54'	0,3803	0,475	0,515	0,574	0,671	0,770	0,8705	0,9720	1,0738

Продолжение таблицы Б.1

d, мм	Резьба			$L_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм									
	t, мм	d _{cp} , мм	α	μ = 0,1 ρ = 5°43'	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'	μ = 0,35 ρ = 19°18'	μ = 0,40 ρ = 21°49'	μ = 0,45 ρ = 24°14'	
42	3	40,5	1°21'	0,2510	0,353	0,392	0,455	0,556	0,660	0,7632	0,8665	0,9695	
	6	39	2°48'	0,2920	0,390	0,431	0,490	0,591	0,690	0,7918	0,8935	0,9950	
	12	39	5°36'	0,3902	0,491	0,531	0,593	0,695	0,800	0,9052	1,0115	1,1183	
44	3	42,5	1°18'	0,2616	0,368	0,410	0,475	0,582	0,690	0,7987	0,9071	1,0151	
	8	40	3°38'	0,3293	0,432	0,473	0,535	0,638	0,740	0,8462	0,9518	1,0575	
	16	40	7°16'	0,4611	0,566	0,609	0,672	0,779	0,887	1,0000	1,1124	1,2256	
46	3	44,5	1°14'	0,2712	0,383	0,426	0,496	0,606	0,720	0,8334	0,9467	1,0597	
	8	42	3°28'	0,3395	0,446	0,490	0,555	0,663	0,774	0,8813	0,9919	1,1025	
	16	42	6°56'	0,4713	0,582	0,625	0,692	0,804	0,920	1,0322	1,1521	1,2701	
48	3	46,5	1°11'	0,2814	0,398	0,444	0,516	0,632	0,750	0,8685	0,9869	1,1048	
	8	44	3°19'	0,3498	0,462	0,506	0,574	0,687	0,800	0,9165	1,0321	1,1477	
	16	44	6°37'	0,4810	0,596	0,641	0,710	0,830	0,950	1,0691	1,1912	1,3141	
50	3	48,5	1°08'	0,2913	0,412	0,461	0,534	0,655	0,780	0,9035	1,0269	1,1497	
	8	46	3°10'	0,3595	0,476	0,523	0,594	0,712	0,830	0,9511	1,0717	1,1922	
	16	46	6°20'	0,4910	0,610	0,660	0,731	0,855	0,980	1,1036	1,2307	1,3584	
52	3	50,5	1°05'	0,3011	0,428	0,479	0,554	0,684	0,810	0,9382	1,0666	1,1945	
	8	48	3°02'	0,3694	0,492	0,541	0,615	0,737	0,862	0,9859	1,1115	1,2370	
	16	48	6°04'	0,5007	0,625	0,675	0,750	0,879	1,010	1,1379	1,2698	1,4024	
55	3	53,5	1°01'	0,3158	0,450	0,502	0,584	0,718	0,852	0,9904	1,1263	1,2616	
	8	51	2°51'	0,3841	0,514	0,566	0,645	0,773	0,905	1,0380	1,1711	1,3040	
	16	51	5°43'	0,5157	0,648	0,700	0,780	0,915	1,052	1,1900	1,3293	1,4693	
60	3	58,5	0°56'	0,3410	0,486	0,545	0,635	0,780	0,930	1,0781	1,2366	1,3743	
	8	56	2°36'	0,4093	0,551	0,608	0,694	0,838	0,980	1,1256	1,2711	1,4164	
	16	56	5°12'	0,5340	0,684	0,743	0,830	0,976	1,127	1,2760	1,4277	1,5799	
62	4	60	1°13'	0,3648	0,516	0,575	0,667	0,819	0,970	1,1226	1,2755	1,4277	
	10	57	3°12'	0,4471	0,591	0,650	0,737	0,885	1,030	1,1805	1,3300	1,4794	
	20	57	6°23'	0,6110	0,760	0,817	0,909	1,060	1,218	1,3706	1,5282	1,6866	
65	4	63	1°10'	0,3803	0,538	0,602	0,697	0,855	1,016	1,1756	1,3360	1,4957	
	10	60	3°02'	0,4617	0,615	0,675	0,768	0,920	1,077	1,2324	1,3894	1,5462	
	20	60	6°04'	0,6258	0,780	0,843	0,938	1,099	1,257	1,4224	1,5873	1,7531	
70	4	68	1°04'	0,4044	0,576	0,645	0,746	0,920	1,090	1,2622	1,4351	1,6072	
	10	65	2°48'	0,4867	0,651	0,718	0,817	0,985	1,150	1,3197	1,5583	1,6583	
	20	65	5°36'	0,6504	0,818	0,885	0,990	1,160	1,332	1,5086	1,6858	1,8638	
75	4	73	1°00'	0,4299	0,612	0,686	0,796	0,980	1,164	1,3502	1,5356	1,7202	
	10	70	2°36'	0,5116	0,689	0,760	0,870	1,045	1,225	1,4070	1,5889	1,7705	
	20	70	5°12'	0,6751	0,855	0,926	1,040	1,220	1,410	1,5950	1,7846	1,9748	
80	4	78	0°56'	0,4547	0,650	0,730	0,845	1,040	1,240	1,4375	1,6354	1,8324	
	10	75	2°26'	0,5370	0,727	0,802	0,918	1,109	1,301	1,4948	1,6893	1,8833	
	20	75	4°52'	0,7007	0,892	0,971	1,089	1,280	1,480	1,6827	1,8847	2,0872	
85	5	82,5	1°06'	0,4931	0,700	0,783	0,907	1,112	1,325	1,5341	1,7439	1,9528	
	12	79	2°46'	0,5892	0,790	0,870	0,991	1,200	1,395	1,6013	1,8071	2,0126	
	24	79	5°32'	0,7857	0,990	1,070	1,196	1,400	1,613	1,8279	2,0431	2,2591	
90	5	87,5	1°03'	0,5191	0,740	0,825	0,957	1,178	1,400	1,6227	1,8451	2,0665	
	12	84	2°36'	0,6140	0,828	0,913	1,040	1,255	1,470	1,6884	1,9067	2,1246	
	24	84	5°12'	0,8101	1,025	1,115	1,245	1,465	1,690	1,9141	2,1415	2,3698	
95	5	92,5	0°59'	0,5433	0,777	0,869	1,010	1,240	1,475	1,7093	1,9442	2,1780	
	12	89	2°27'	0,6386	0,865	0,955	1,090	1,319	1,545	1,7754	2,0061	2,2365	
	24	89	4°55'	0,8355	1,065	1,151	1,296	1,529	1,761	2,0015	2,2414	2,4819	

Окончание таблицы Б.1

d, мм	Резьба			$L_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм									
	t, мм	d _{cp} , мм	α	μ = 0,1 $\rho = 5^\circ 43'$	μ = 0,15 $\rho = 8^\circ 32'$	μ = 0,17 $\rho = 9^\circ 39'$	μ = 0,20 $\rho = 11^\circ 19'$	μ = 0,25 $\rho = 14^\circ 02'$	μ = 0,30 $\rho = 16^\circ 42'$	μ = 0,35 $\rho = 19^\circ 18'$	μ = 0,40 $\rho = 21^\circ 49'$	μ = 0,45 $\rho = 24^\circ 14'$	
100	5	97,5	0°56'	0,5684	0,814	0,910	1,059	1,300	1,550	1,7969	2,0443	2,2905	
	12	94	2°20'	0,6647	0,902	0,996	1,142	1,380	1,620	1,8640	2,1073	2,3502	
	24	94	4°39'	0,8598	1,100	1,200	1,342	1,590	1,835	2,0877	2,3399	2,5928	
110	5	107,5	0°51'	0,6187	0,885	0,995	1,160	1,430	1,700	1,9723	2,2447	2,5159	
	12	104	2°06'	0,7139	0,975	1,080	1,240	1,500	1,770	2,0379	2,3061	2,5738	
	24	104	4°12'	0,9091	1,175	1,280	1,440	1,710	1,985	2,2610	2,5380	2,8155	
120	6	117	0°56'	0,6820	0,978	1,091	1,270	1,560	1,860	2,1562	2,4531	2,7486	
	16	112	2°36'	0,8378	1,100	1,215	1,388	1,673	1,960	2,2512	2,5422	2,8329	
	32	112	5°12'	1,0801	1,265	1,485	1,661	1,954	2,2500	2,5521	2,8554	3,1597	
130	6	127	0°52'	0,7328	1,050	1,180	1,370	1,690	2,010	2,3322	2,6541	2,9746	
	16	122	2°24'	0,8700	1,180	1,300	1,490	1,800	2,111	2,4275	2,6815	3,0590	
	32	122	4°46'	1,1287	1,440	1,569	1,760	2,077	2,400	2,7244	3,0524	3,3813	
140	6	137	0°48'	0,7825	1,130	1,263	1,470	1,816	2,160	2,5067	2,8537	3,1991	
	16	132	2°13'	0,9197	1,250	1,388	1,590	1,920	2,260	2,6020	2,9431	3,2835	
	32	132	4°25'	1,1796	1,520	1,655	1,859	2,200	2,550	2,8995	3,2500	3,6059	
150	6	147	0°45'	0,8331	1,200	1,350	1,570	1,940	2,308	2,6824	3,0550	3,4248	
	16	142	2°03'	0,9684	1,327	1,470	1,685	2,050	2,410	2,7753	3,1413	3,5065	
	32	142	4°06'	1,2285	1,590	1,740	1,960	2,320	2,698	3,0724	3,4501	3,8283	
160	8	156	0°56'	0,9094	1,300	1,460	1,693	2,080	2,480	2,8750	3,2708	3,6649	
	16	152	1°55'	1,0186	1,400	1,560	1,789	2,175	2,560	2,9504	3,3414	3,7314	
	32	152	3°50'	1,2756	1,670	1,820	2,058	2,450	2,850	3,2469	3,6495	4,0523	
170	8	166	0°53'	0,9603	1,379	1,545	1,795	2,210	2,630	3,0511	3,4720	3,8909	
	16	162	1°48'	1,0688	1,480	1,637	1,890	2,292	2,719	3,1255	3,5416	3,9566	
	32	162	3°36'	1,3288	1,740	1,905	2,160	2,571	3,000	3,4216	3,8491	4,2767	
180	8	176	0°50'	1,0104	1,450	1,630	1,890	2,330	2,780	3,2261	3,6721	4,1160	
	20	170	2°09'	1,1744	1,604	1,774	2,038	2,470	2,900	3,3397	3,7785	4,2164	
	40	170	4°18'	1,5013	1,940	2,113	2,376	2,820	3,260	3,7136	4,1672	4,6215	
190	8	186	0°47'	1,0596	1,530	1,710	1,992	2,460	2,930	3,4002	3,8712	4,3400	
	20	180	2°02'	1,2248	1,680	1,860	2,132	2,592	3,050	3,5150	3,9789	4,4416	
	40	180	4°03'	1,5492	2,010	2,198	2,478	2,940	3,410	3,8853	4,3637	4,8426	
200	10	195	0°56'	1,1367	1,625	1,820	2,119	2,600	3,100	3,5487	4,0885	4,5811	
	20	190	1°55'	1,2732	1,756	1,950	2,230	2,720	3,200	3,6880	4,1768	4,6643	
	40	190	3°50'	1,5983	2,080	2,280	2,576	3,070	3,561	4,0586	4,5618	5,0654	

Таблица Б.2 – Условные плечи момента в резьбе в начале открытия

d, мм	Резьба			$I'_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\rho' - \alpha), \text{мм}$									
	t, мм	d _{cp} , мм	α	$\mu' = 0,13$ $\rho' = 7^\circ 27'$	$\mu' = 0,195$ $\rho' = 11^\circ 02'$	$\mu' = 0,221$ $\rho' = 12^\circ 28'$	$\mu' = 0,260$ $\rho' = 14^\circ 34'$	$\mu' = 0,325$ $\rho' = 18^\circ 00'$	$\mu' = 0,390$ $\rho' = 21^\circ 18'$	$\mu' = 0,445$ $\rho' = 26^\circ 04'$	$\mu' = 0,520$ $\rho' = 29^\circ 48'$	$\mu' = 0,585$ $\rho' = 33^\circ 31'$	
10	2	9	4°03'	0,0267	0,055	0,067	0,084	0,112	0,140	0,182	0,217	0,254	
	3	8,5	6°25'	0,0077	0,034	0,045	0,061	0,087	0,113	0,152	0,184	0,217	
	6	8,5	12°42'	–	–	–	0,014	0,039	0,064	0,101	0,131	0,162	
12	2	11	3°19'	0,0397	0,075	0,089	0,110	0,144	0,179	0,231	0,274	0,320	
	3	10,5	5°12'	0,0206	0,054	0,067	0,086	0,119	0,152	0,200	0,240	0,283	
	6	10,5	10°19'	–	0,007	0,020	0,039	0,071	0,102	0,148	0,186	0,225	
14	2	13	2°48'	0,0529	0,094	0,111	0,135	0,177	0,217	0,279	0,331	0,386	
	3	12,5	4°22'	0,0337	0,073	0,089	0,112	0,152	0,190	0,249	0,297	0,349	
	6	12,5	8°42'	–	0,026	0,041	0,064	0,125	0,140	0,195	0,241	0,289	
16	2	15	2°26'	0,0658	0,113	0,133	0,161	0,209	0,256	0,328	0,388	0,452	
	4	14	5°12'	0,0275	0,071	0,089	0,115	0,159	0,202	0,267	0,320	0,377	
	8	14	10°19'	–	0,009	0,026	0,052	0,094	0,136	0,197	0,248	0,300	
18	2	17	2°09'	0,0789	0,133	0,155	0,187	0,241	0,295	0,355	0,445	0,518	
	4	16	4°32'	0,0408	0,091	0,112	0,142	0,192	0,241	0,316	0,378	0,443	
	8	16	9°03'	–	0,028	0,048	0,077	0,126	0,174	0,245	0,303	0,364	
20	2	19	1°55'	0,0920	0,152	0,177	0,213	0,274	0,334	0,426	0,503	0,584	
	4	18	4°03'	0,0535	0,110	0,133	0,167	0,224	0,279	0,364	0,434	0,509	
	8	18	8°03'	–	0,047	0,069	0,103	0,157	0,212	0,293	0,359	0,429	
22	2	21	1°45'	0,105	0,172	0,199	0,239	0,306	0,373	0,474	0,559	0,650	
	5	19,5	4°39'	0,0477	0,109	0,134	0,170	0,231	0,292	0,382	0,458	0,537	
	10	19,5	9°15'	–	0,030	0,055	0,091	0,150	0,208	0,295	0,366	0,440	
24	2	23	1°35'	0,118	0,191	0,221	0,265	0,339	0,412	0,524	0,617	0,717	
	5	21,5	4°14'	0,0604	0,128	0,156	0,196	0,263	0,330	0,431	0,530	0,603	
	10	21,5	8°25'	–	0,049	0,076	0,116	0,181	0,246	0,342	0,421	0,504	
26	2	25	1°28'	0,131	0,211	0,243	0,291	0,371	0,451	0,572	0,674	0,783	
	5	23,5	3°53'	0,0732	0,147	0,177	0,222	0,296	0,369	0,479	0,571	0,668	
	10	23,5	7°42'	–	0,068	0,098	0,141	0,213	0,284	0,390	0,477	0,568	
28	2	27	1°21'	0,144	0,230	0,265	0,317	0,404	0,490	0,621	0,731	0,849	
	5	25,5	3°34'	0,087	0,167	0,200	0,248	0,328	0,408	0,528	0,628	0,735	
	10	25,5	7°07'	0,00742	0,087	0,119	0,167	0,245	0,322	0,438	0,533	0,633	
30	3	28,5	1°55'	0,138	0,229	0,265	0,320	0,411	0,501	0,639	0,754	0,877	
	6	27	4°02'	0,0806	0,166	0,200	0,251	0,336	0,420	0,546	0,652	0,763	
	12	27	8°03'	–	0,070	0,104	0,154	0,237	0,318	0,439	0,539	0,643	
32	3	30,5	1°48'	0,151	0,249	0,287	0,346	0,443	0,540	0,687	0,811	0,942	
	6	29	3°46'	0,093	0,185	0,222	0,277	0,368	0,458	0,595	0,708	0,829	
	12	29	7°30'	–	0,090	0,126	0,180	0,269	0,356	0,487	0,595	0,708	
34	3	32,5	1°41'	0,164	0,267	0,310	0,372	0,476	0,579	0,737	0,868	1,009	
	6	31	3°31'	0,107	0,204	0,244	0,303	0,400	0,497	0,644	0,765	0,895	
	12	31	7°00'	0,0122	0,109	0,148	0,206	0,301	0,395	0,536	0,652	0,773	
36	3	34,5	1°36'	0,177	0,287	0,332	0,397	0,509	0,619	0,785	0,925	1,074	
	6	33	3°19'	0,119	0,224	0,266	0,328	0,433	0,536	0,692	0,822	0,960	
	12	33	6°36'	0,0245	0,128	0,170	0,231	0,333	0,434	0,583	0,707	0,838	
38	3	36,5	1°30'	0,190	0,307	0,354	0,424	0,540	0,658	0,834	0,983	1,141	
	6	35	3°07'	0,133	0,244	0,288	0,355	0,465	0,576	0,741	0,880	1,027	
	12	35	6°14'	0,0372	0,147	0,191	0,256	0,365	0,471	0,631	0,763	0,903	
40	3	38,5	1°25'	0,203	0,326	0,376	0,450	0,574	0,697	0,883	1,040	1,208	
	6	37	2°57'	0,146	0,263	0,310	0,382	0,498	0,615	0,790	0,937	1,093	
	12	37	5°54'	0,0501	0,166	0,213	0,282	0,396	0,510	0,679	0,820	0,968	

Продолжение таблицы Б.2

d, мм	Резьба			$L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм									
	t, мм	d _{cp} , мм	α	$\mu' = 0,13$ $\rho' = 7^{\circ}27'$	$\mu' = 0,195$ $\rho' = 11^{\circ}02'$	$\mu' = 0,221$ $\rho' = 12^{\circ}28'$	$\mu' = 0,260$ $\rho' = 14^{\circ}34'$	$\mu' = 0,325$ $\rho' = 18^{\circ}00'$	$\mu' = 0,390$ $\rho' = 21^{\circ}18'$	$\mu' = 0,445$ $\rho' = 26^{\circ}04'$	$\mu' = 0,520$ $\rho' = 29^{\circ}48'$	$\mu' = 0,585$ $\rho' = 33^{\circ}31'$	
42	3	40,5	1°21'	0,216	0,346	0,399	0,477	0,606	0,735	0,932	1,097	1,274	
	6	39	2°48'	0,159	0,283	0,332	0,406	0,530	0,655	0,838	0,994	1,159	
	12	39	5°36'	0,063	0,185	0,234	0,309	0,429	0,550	0,728	0,876	1,033	
44	3	42,5	1°18'	0,229	0,366	0,420	0,502	0,638	0,775	0,980	1,154	1,339	
	8	40	3°38'	0,133	0,260	0,310	0,386	0,512	0,636	0,826	0,983	1,149	
	16	40	7°16'	0,0064	0,132	0,182	0,256	0,380	0,500	0,681	0,830	0,986	
46	3	44,5	1°14'	0,242	0,386	0,443	0,528	0,671	0,814	1,030	1,211	1,406	
	8	42	3°28'	0,146	0,279	0,333	0,412	0,545	0,675	0,874	1,039	1,215	
	16	42	6°56'	0,019	0,150	0,203	0,282	0,410	0,538	0,729	0,886	1,051	
48	3	46,5	1°11'	0,255	0,405	0,464	0,555	0,704	0,852	1,078	1,269	1,472	
	8	44	3°19'	0,159	0,298	0,355	0,438	0,578	0,716	0,923	1,096	1,280	
	16	44	6°37'	0,032	0,170	0,225	0,309	0,443	0,577	0,777	0,942	1,116	
50	3	48,5	1°08'	0,311	0,423	0,487	0,580	0,735	0,891	1,127	1,326	1,538	
	8	46	3°10'	0,172	0,318	0,378	0,465	0,610	0,754	0,972	1,153	1,347	
	16	46	6°20'	0,045	0,189	0,247	0,334	0,475	0,615	0,825	0,998	1,181	
52	3	50,5	1°05'	0,282	0,443	0,509	0,607	0,770	0,930	1,177	1,383	1,604	
	8	48	3°02'	0,185	0,336	0,400	0,490	0,642	0,793	1,020	1,211	1,413	
	16	48	6°04'	0,058	0,209	0,270	0,358	0,507	0,655	0,874	1,055	1,247	
55	3	53,5	1°01'	0,302	0,473	0,540	0,645	0,815	0,990	1,250	1,470	1,704	
	8	51	2°51'	0,205	0,368	0,432	0,530	0,692	0,851	1,094	1,296	1,512	
	16	51	5°43'	0,077	0,237	0,302	0,398	0,556	0,712	0,946	1,140	1,344	
60	3	58,5	0°56'	0,334	0,522	0,598	0,709	0,900	1,087	1,372	1,612	1,869	
	8	56	2°36'	0,238	0,415	0,488	0,595	0,771	0,948	1,215	1,439	1,677	
	16	56	5°12'	0,110	0,286	0,357	0,462	0,637	0,810	1,067	1,282	1,509	
62	4	60	1°13'	0,323	0,523	0,591	0,704	0,910	1,095	1,393	1,619	1,888	
	10	57	3°12'	0,207	0,395	0,460	0,565	0,757	0,929	1,205	1,412	1,658	
	20	57	6°23'	0,052	0,239	0,302	0,406	0,594	0,761	1,027	1,224	1,457	
65	4	63	1°10'	0,347	0,549	0,630	0,750	0,952	1,158	1,462	1,720	1,995	
	10	60	3°02'	0,232	0,422	0,499	0,613	0,802	0,991	1,275	1,513	1,766	
	20	60	6°04'	0,072	0,261	0,336	0,447	0,634	0,817	1,092	1,319	1,558	
70	4	68	1°04'	0,380	0,597	0,685	0,817	1,035	1,251	1,585	1,864	2,162	
	10	65	2°48'	0,264	0,472	0,553	0,677	0,885	1,090	1,397	1,656	1,931	
	20	65	5°36'	0,105	0,309	0,393	0,515	0,715	0,915	1,213	1,461	1,722	
75	4	73	1°00'	0,413	0,647	0,740	0,881	1,117	1,350	1,707	2,007	2,327	
	10	70	2°36'	0,297	0,519	0,609	0,742	0,964	1,185	1,519	1,799	2,096	
	20	70	5°12'	0,138	0,356	0,446	0,577	0,795	1,010	1,334	1,602	1,886	
80	4	78	0°56'	0,445	0,695	0,796	0,946	1,197	1,448	1,830	2,150	2,493	
	10	75	2°26'	0,329	0,567	0,663	0,806	1,045	1,281	1,641	1,941	2,261	
	20	75	4°52'	0,169	0,405	0,500	0,641	0,876	1,106	1,455	1,743	2,049	
85	5	82,5	1°06'	0,459	0,722	0,829	0,988	1,253	1,518	1,921	2,258	2,619	
	12	79	2°46'	0,324	0,574	0,676	0,826	1,076	1,324	1,701	2,016	2,350	
	24	79	5°32'	0,132	0,381	0,481	0,630	0,875	1,115	1,479	1,781	2,09	
90	5	87,5	1°03'	0,491	0,770	0,883	1,052	1,334	1,614	2,04	2,400	2,784	
	12	84	2°36'	0,356	0,622	0,730	0,890	1,157	1,422	1,823	2,159	2,515	
	24	84	5°12'	0,165	0,429	0,536	0,693	0,955	1,212	1,601	1,923	2,263	
95	5	92,5	0°59'	0,524	0,820	0,940	1,117	1,415	1,712	2,165	2,544	2,950	
	12	89	2°27'	0,389	0,673	0,786	0,958	1,238	1,519	1,946	2,302	2,681	
	24	89	4°55'	0,197	0,478	0,590	0,757	1,034	1,308	1,722	2,064	2,426	

Окончание таблицы Б.2

d , мм	Резьба			$L'_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$, мм									
	t , мм	d_{cp} , мм	α	$\mu' = 0,13$ $\rho' = 7^\circ 27'$	$\mu' = 0,195$ $\rho' = 11^\circ 02'$	$\mu' = 0,221$ $\rho' = 12^\circ 28'$	$\mu' = 0,260$ $\rho' = 14^\circ 34'$	$\mu' = 0,325$ $\rho' = 18^\circ 00'$	$\mu' = 0,390$ $\rho' = 21^\circ 18'$	$\mu' = 0,445$ $\rho' = 26^\circ 04'$	$\mu' = 0,520$ $\rho' = 29^\circ 48'$	$\mu' = 0,585$ $\rho' = 33^\circ 31'$	
100	5	97,5	0°56'	0,557	0,868	0,995	1,182	1,497	1,810	2,287	2,687	3,116	
	12	94	2°20'	0,421	0,719	0,843	1,019	1,318	1,615	2,066	2,443	2,845	
	24	94	4°39'	0,230	0,527	0,645	0,822	1,115	1,406	1,843	2,207	2,591	
110	5	107,5	0°51'	0,622	0,965	1,105	1,312	1,659	2,004	2,531	2,973	3,446	
	12	104	2°06'	0,487	0,820	0,952	1,150	1,481	1,811	2,312	2,730	3,176	
	24	104	4°12'	0,295	0,625	0,755	0,953	1,277	1,599	2,087	2,491	2,920	
120	6	117	0°56'	0,668	1,042	1,194	1,419	1,796	2,172	2,744	3,225	3,739	
	16	112	2°36'	0,475	0,830	0,975	1,187	1,542	1,896	2,431	2,878	3,354	
	32	112	5°12'	0,220	0,573	0,718	0,925	1,273	1,616	2,135	2,564	3,017	
130	6	127	0°52'	0,733	1,139	1,304	1,548	1,958	2,344	2,988	3,510	4,069	
	16	122	2°24'	0,539	0,926	1,083	1,315	1,703	2,089	2,673	3,162	3,682	
	32	122	4°46'	0,286	0,670	0,825	1,053	1,435	1,810	2,378	2,849	3,347	
140	6	137	0°48'	0,799	1,236	1,414	1,678	2,121	2,561	3,233	3,797	4,400	
	16	132	2°13'	0,605	1,024	1,193	1,445	1,866	2,284	2,918	3,448	4,013	
	32	132	4°25'	0,350	0,766	0,933	1,181	1,595	2,003	2,620	3,132	3,674	
150	6	147	0°45'	0,863	1,333	1,529	1,807	2,282	2,756	3,477	4,083	4,731	
	16	142	2°03'	0,671	1,123	1,305	1,576	2,029	2,479	3,164	3,735	4,345	
	32	142	4°06'	0,416	0,863	1,044	1,311	1,757	2,198	2,864	3,417	4,003	
160	8	156	0°56'	0,891	1,389	1,592	1,892	2,395	2,895	3,659	4,300	4,985	
	16	152	1°55'	0,736	1,220	1,415	1,705	2,191	2,674	3,408	4,021	4,676	
	32	152	3°50'	0,480	0,960	1,154	1,441	1,918	2,392	3,107	3,701	4,332	
170	8	166	0°53'	0,955	1,486	1,702	2,021	2,556	3,089	3,903	4,585	5,315	
	16	162	1°48'	0,801	1,317	1,526	1,835	2,353	2,868	3,652	4,307	5,006	
	32	162	3°36'	0,545	1,057	1,264	1,570	2,080	2,584	3,350	3,986	4,661	
180	8	176	0°50'	1,021	1,583	1,812	2,151	2,718	3,284	4,147	4,871	5,646	
	20	170	2°09'	0,789	1,328	1,547	1,872	2,416	2,955	3,770	4,453	5,182	
	40	170	4°18'	0,468	1,004	1,220	1,539	2,072	2,598	3,394	4,054	4,754	
190	8	186	0°47'	1,087	1,681	1,923	2,281	2,882	3,480	4,393	5,159	5,978	
	20	180	2°02'	0,853	1,426	1,657	2,002	2,575	3,146	4,013	4,738	5,512	
	40	180	4°03'	0,535	1,102	1,332	1,670	2,236	2,794	3,639	4,341	5,085	
200	10	195	0°56'	1,114	1,736	1,989	2,364	2,993	3,619	4,474	5,375	6,231	
	20	190	1°55'	0,920	1,525	1,769	2,132	2,739	3,342	4,260	5,026	5,844	
	40	190	3°50'	0,600	1,197	1,439	1,800	2,395	2,986	3,883	4,627	5,415	

Генеральный директор АО «НПФ «ЦКБА»



С.М. Алексеев

Директор по научной и экспертной работе



Ю.И. Тарасьев

Главный конструктор



В.П. Лавреженкова

Начальник отдела технических расчетов



А.А. Чертенков

Начальник технического отдела



Т.Н. Венедиктова

Исполнитель



Н.Ю. Цыганкова

Ведущий инженер-конструктор

СОГЛАСОВАНО

Председатель ТК 259



М.И. Власов

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов в докум.	№ документа	Входящий № сопров. документа и дата	Подпись	Дата
	изменен-ных	заменен-ных	новых	аннулиро-ванных					