

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

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



## СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 002-2003

Арматура трубопроводная

**ЗАДВИЖКИ**

Методика силового расчета

НПФ «ЦКБА»

2017

## Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом "Научно-производственная фирма "Центральное конструкторское бюро арматуростроения" (АО "НПФ "ЦКБА")
- 2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 02.09.2003 № 108
- 3 СОГЛАСОВАН:
  - Техническим комитетом по стандартизации "Трубопроводная арматура и сильфоны" (ТК 259)
- 4 ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ
- 5 ПЕРЕИЗДАНИЕ с учетом изменений №1 - № 3 и Поправки №1 в 2017 году

*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](mailto:standard@ckba.ru)*

© АО «НПФ «ЦКБА», 2003

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

**Содержание**

1	Область применения .....	4
2	Нормативные ссылки .....	4
3	Общие положения .....	5
4	Методика определения усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой .....	6
	Приложение А (обязательное) Обозначения .....	20
	Приложение Б (рекомендуемое) Вспомогательные величины и коэффи- циенты, используемые в силовом расчете .....	24
	Приложение В (рекомендуемое) Пример расчета .....	58
	Библиография .....	67а

06.11.2003 Год выпуска 26.11.1994

# С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

## Арматура трубопроводная

### ЗАДВИЖКИ

#### Методика силового расчета

Дата введения 2004-01-01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на трубопроводную арматуру и устанавливает методику силового расчета задвижек, содержание и порядок определения основных усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы (далее - НД):

ГОСТ 8.064-94 Государственная система обеспечения единства измерений.

Государственная поверочная схема для средств измерений твёрдости по шкалам Роквелла и супер-Роквелла

ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 4366-76 Смазка солидол синтетический. Технические условия

ГОСТ 4543-71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия

ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 6267-74 Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия

ГОСТ 7872-89 Подшипники упорные шариковые одинарные и двойные. Технические условия

ГОСТ 9433-80 Смазка ЦИАТИМ-221. Технические условия

ГОСТ 14068-79 Паста ВНИИ НП-232. Технические условия

# С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

## Арматура трубопроводная

### ЗАДВИЖКИ

#### Методика силового расчета

Дата введения 2004-01-01

## 1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на трубопроводную арматуру и устанавливает методику силового расчета задвижек, содержание и порядок определения основных усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы (далее – НД):

ГОСТ 8.064–94 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений твёрдости по шкалам Роквелла и супер-Роквелла

ГОСТ 2246–70 Проволока стальная сварочная. Технические условия

ГОСТ 4366–76 Смазка солидол синтетический. Технические условия

ГОСТ 4543–71 Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия

ГОСТ 5632–2014 Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 5632–72<sup>1)</sup> Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки

ГОСТ 6267–74 Смазка ЦИАТИМ-201. Технические условия

ГОСТ 7872–89 Подшипники упорные шариковые одинарные и двойные. Технические условия

ГОСТ 9433–80 Смазка ЦИАТИМ-221. Технические условия

ГОСТ 14068–79 Паста ВНИИ НП-232. Технические условия

<sup>1)</sup> Восстановлен для применения на объектах использования атомной энергии РФ с 01.01.2016 до 31.12.2020

### 3 Общие положения

3.1 Задачей силового расчета является определение основных усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой, и проверка условий прочности уплотнения и подшипника.

3.2 По конструктивному исполнению (в зависимости от расположения резьбы шпинделя и ходовой гайки и расположения уплотняющих колец в корпусе) задвижки подразделяются на 5 типов:

- тип 1 – клиновая с выдвижным шпинделем (рисунок 1);
- тип 2 – параллельная с выдвижным шпинделем (рисунок 2);
- тип 3 – шиберная (рисунок 3);
- тип 4 – клиновая с невыдвижным шпинделем (рисунок 4);
- тип 5 – параллельная с невыдвижным шпинделем (рисунок 5).

По герметичности затворы задвижек подразделяются на два типа:

- тип А – герметичность обеспечивается только при перепаде давления  $\Delta P$ , действующего на диск;
- тип Б – герметичность обеспечивается во всем интервале перепадов давлений от 0 до  $\Delta P$ , действующих на диск.

3.3 Обозначения, примененные в стандарте, приведены в приложении А.

## **4 Методика определения усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой**

4.1 Методика расчета разработана на основании допущения:

-отсутствие деформации деталей при открытии и закрытии задвижки (корпус, запорный орган, уплотнение, шпиндель, резьбовая втулка и т.п.).

Методика не учитывает влияния следующих факторов:

-формы корпуса задвижек;

-взаимного отклонения линейных размеров сопрягаемых деталей (направляющие -зацепы, шпиндель - запорный орган, запорный орган - седло, корпус - крышка и т.п.);

-нагрузок от трубопроводов;

-сил инерции масс клина, шпинделя и других движущихся масс при закрытии задвижки.

4.2 В силовом расчете определяются следующие основные усилия:

4.2.1 Усилие на клине, диске или шибере от давления среды

$$Q_{cp} = 0,25 \cdot \pi \cdot D_{cp}^2 \cdot \Delta P. \quad (1)$$

4.2.2 Усилия на клине, диске или шибере, необходимые для уплотнения в затворе:

$$\text{для затвора типа А} \quad Q_y = q_y \cdot \pi \cdot D_{cp} \cdot B; \quad (2)$$

$$\text{для затвора типа Б} \quad Q_{yo} = q_{yo} \cdot \pi \cdot D_{cp} \cdot B. \quad (3)$$

Необходимые удельные давления  $q_y$  и  $q_{yo}$  в уплотнении:

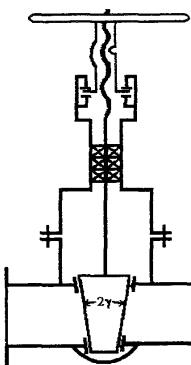
$$q_y = \frac{0,316m(c + 10k\Delta P)}{\sqrt{B}}; \quad (4)$$

$$q_{yo} = \frac{0,316mc}{\sqrt{B}}. \quad (5)$$

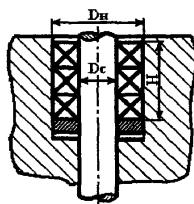
Эмпирические коэффициенты  $m$ ,  $c$  и  $k$  принимаются по приложению Б, таблицы Б.1 и Б.2 или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов и рабочих сред значения коэффициентов  $m$ ,  $c$  и  $k$  могут уточняться по результатам испытаний.

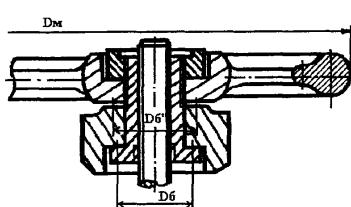
Тип 1



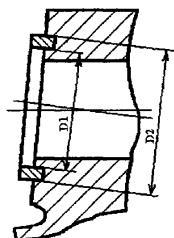
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

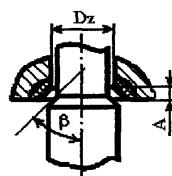
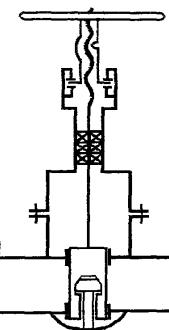
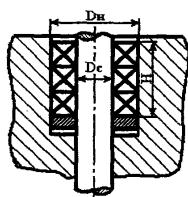


Рисунок 1 – Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем

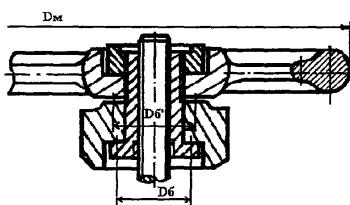
Тип 2



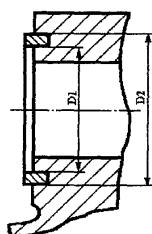
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

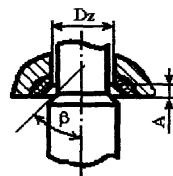
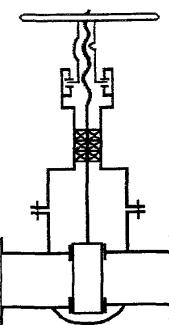
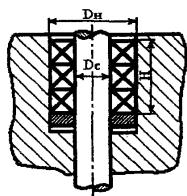


Рисунок 2 – Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем

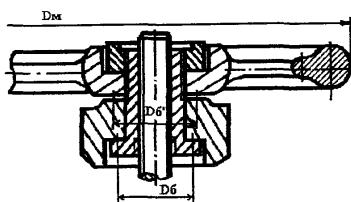
Тип 3



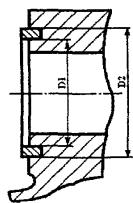
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

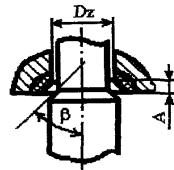
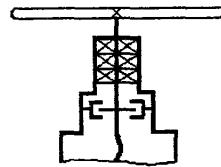
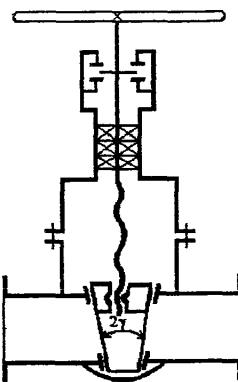


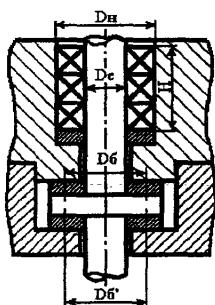
Рисунок 3 – Задвижка шиберная

Тип 4

Вариант исполнения



Узел сальника



Уплотняющее кольцо корпуса

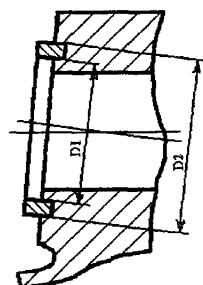
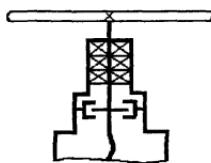
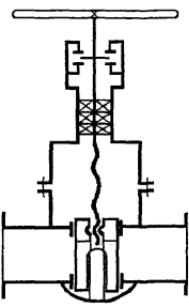


Рисунок 4 – Задвижка клиновая с невыдвижным шпинделем

## Тип 5

Вариант исполнения



Узел сальника

Уплотняющее кольцо корпуса

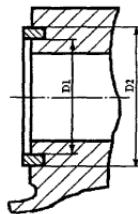
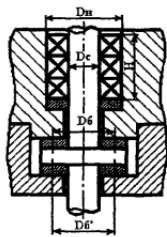


Рисунок 5 – Задвижка параллельная с невыдвижным шпинделем

4.2.3 Усилия, необходимые для перемещения клина или дисков при закрытии и открытии:

$$\text{для затвора типа А} \quad Q_1 = K_{cp} \cdot Q_{cp} + Ky \cdot Qy - Qg; \quad (6)$$

$$Q_1' = K_{cp}' \cdot Q_{cp} + Ky' \cdot Qy + Qg; \quad (7)$$

$$\text{для затвора типа Б} \quad Q_1 = K_{cp} \cdot Q_{cp} + Kyo \cdot Qyo - Qg; \quad (8)$$

$$Q_1' = K_{cp}' \cdot Q_{cp} + Kyo' \cdot Qyo + Qg. \quad (9)$$

Коэффициенты  $K_{cp}$ ,  $K_{cp}'$ ,  $Ky$ ,  $Ky'$ ,  $Kyo$ ,  $Kyo'$  определяются по формулам, приведенным в таблице Б.5 приложения Б.

4.2.4 Усилия, необходимые для перемещения шибера при закрытии и открытии:

$$Q_1 = \mu_k \cdot (2 Q_{\Pi} + Q_{cp}) - Qg; \quad (10)$$

$$Q_1' = \mu_k' \cdot (2 Q_{\Pi} + Q_{cp}) + Qg. \quad (11)$$

Коэффициент  $\mu_k$  принимается по таблице Б.4 приложения Б или по справочным данным. Коэффициент  $\mu_k' = \mu_k + 0,1$ .

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов, рабочих сред, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей, и удельных давлений значения коэффициента  $\mu_k$  могут уточняться по результатам испытаний.

Усилие поджатия  $Q_{\Pi}$  определяется по формулам:

$$\text{для затвора типа А} \quad Q_{\Pi} \geq Qy - Q_{cp} \quad (\text{при } Qy - Q_{cp} < 0 \text{ принимается } Q_{\Pi}=0); \quad (12)$$

$$\text{для затвора типа Б} \quad Q_{\Pi} \geq Qyo.$$

(13)

#### 4.2.5 Сила трения в сальнике

$$T_c = \pi \cdot D_c \cdot H \cdot \mu_c \cdot P_{oc} \cdot K_{bd}. \quad (14)$$

Величина  $P_{oc}$  и коэффициент  $K_{bd}$  принимаются по таблице Б.6 приложения Б, коэффициент  $\mu_c$  – по таблице Б.7 приложения Б.

При необходимости учета других марок набивки в сальнике и рабочих сред значения величины  $P_{oc}$  и коэффициентов  $K_{bd}$  и  $\mu_c$  могут уточняться по результатам испытаний.

#### 4.2.6 Усилие, выталкивающее шпиндель

$$Q_{shp} = 0,25 \pi \cdot D_c^2 \cdot P. \quad (15)$$

4.2.7 Усилие, необходимое для управления задвижкой при закрытии и открытии:  
для задвижек 1, 2 и 3 типов  $Q = Q_1 + Q_{шп} + T_c$ ; (1)

$$Q \equiv Q_1 + Q_{\text{min}} + 1c; \quad (16)$$

$$Q' = Q_1' - Q_{\text{III}} + Tc; \quad (17)$$

$$Q = Q_1 + Q_{\text{III}}; \quad (18)$$

$$Q' = Q_1' - Q_{\text{шп.}} \quad (19)$$

Примечание - Герметичность в затворе может быть неодинаковой при различных вариантах закрытия задвижки;

- со средой или без среды;
  - при различных перепадах давления на клине;
  - при наличии заглушек на одном или обоих патрубках во время испытаний. Если заглушки стоят на обоих патрубках, то давление в корпусе при закрытии задвижки может существенно повышаться. Поэтому в этом случае давление в корпусе следует контролировать, не допуская его повышения сверх установленного.

4.3 В силовом расчете определяются следующие крутящие моменты:

4.3.1 Крутящие моменты, вызываемые трением в резьбе при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа:

$$\text{для задвижек 1, 2 и 3 типов} \quad M_p = O \cdot L_p; \quad (20)$$

$$M_{\mathfrak{p}_1} = Q \cdot [p'] \quad (21)$$

$$Mp_2 = Q' \cdot Lp, \quad (22)$$

$$M_p = O_1 \cdot L_p; \quad (23)$$

$$M_{\Omega_1} \equiv \Omega_1 : L^{p'} \quad (24)$$

$$M_{\mu\nu} = Q_{\mu\nu}' + L_{\mu\nu} \quad (25)$$

Условные плечи крутящего момента в резьбе при закрытии  $L_p$  и в начале открытия  $L'_p$  определяются по формулам п. Б.3 или таблицам Б.11 и Б.12 приложения Б.

4.3.2 Крутящие моменты, вызываемые трением в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа:

$$M6 \equiv Q : L6 : \quad (26)$$

$$M_{b1} = Q \cdot L_{b1}; \quad (27)$$

$$M_{b2} = Q' \cdot L_{b2}. \quad (28)$$

(Измененная редакция, Изм. № 3)

Условные плечи момента в бурте при закрытии  $L_b$ , в начале открытия  $L_{b1}$  и в начале подъема  $L_{b2}$  определяются по формулам п.Б.4 приложения Б.

4.3.3. Наибольшие крутящие моменты на шпинделе (на резьбовой втулке для 1, 2 и 3 типов задвижек или на кулачковой втулке для 4 и 5 типов, далее – «на маховике») при закрытии и при открытии:

$$\text{для задвижек 1, 2 и 3 типов} \quad M = M_p + M_b; \quad (29)$$

$$M_1 = M_{p1} + M_{b1}; \quad (30)$$

$$M_2 = M_{p2} + M_{b2}; \quad (31)$$

$$\text{для задвижек 4 и 5 типов} \quad M_c = 0,5 D_c \cdot T_c; \quad (32)$$

$$M = M_p + M_b + M_c; \quad (33)$$

$$M_1 = M_{p1} + M_{b1} + M_c; \quad (34)$$

$$M_2 = M_{p2} + M_{b2} + M_c; \quad (35)$$

$$\text{для задвижек всех типов} \quad M' = \max(M_1, M_2). \quad (36)$$

#### 4.3.4 Расчетный крутящий момент на шпинделе:

$$M_{расч} = \max(M; M'). \quad (37)$$

4.3.5 Расчетный крутящий момент в случае дистанционного управления с помощью карданной передачи:

$$M_{расч.дист} = \frac{M_{расч}}{\chi}; \quad (38)$$

$$\chi = 1 - \frac{4 \cdot \mu_1 \cdot r \cdot k_1}{\pi \cdot L} \cdot [\ln tq(\frac{\pi}{4} + \frac{\gamma_1}{2}) + tq(\gamma_1)]. \quad (39)$$

Коэффициент трения  $\mu_1$  принимается по п.Б.2 приложения Б или по справочным данным.

Максимально допустимый угол между осями шарнира в карданной паре  $\gamma_1 = 15^\circ$ .

4.3.6 Крутящий момент, по которому подбирается маховик или электропривод:

$$M_{kp}^* = \frac{n \cdot M_{расч}}{i \cdot \eta}. \quad (40)$$

Коэффициент  $n$  принимается по п.4.8 стандарта, коэффициенты  $i$  и  $\eta$  при отсутствии

редуктора принимаются равными 1.

В случае дистанционного управления вместо  $M_{расч}$  принимается  $M_{расч,дист.}$

#### 4.4 Необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии:

$$Q_M = \frac{2M}{D_M \cdot i \cdot \eta}; \quad (41)$$

$$Q_M' = \frac{2M'}{D_M \cdot i \cdot \eta}. \quad (42)$$

Коэффициенты  $i$  и  $\eta$  при отсутствии редуктора принимаются равными 1.

#### 4.5 Усилие, по которому подбирается пневмо- или гидропривод:

$$Q_{расч} = \max(Q; Q'); \quad (43)$$

$$Q_0^* = n \cdot Q_{расч}. \quad (44)$$

Коэффициент  $n$  принимается по п.4.8 стандарта.

4.6 При создании верхнего уплотнения для задвижек 1, 2 и 3 типов в силовом расчете определяются:

##### 4.6.1 Усилие на шпинделе, необходимое для создания уплотнения:

$$\text{при } Q_y > Q_{cp} \quad Q_b = X \cdot (Q_y + T_c); \quad (45)$$

$$\text{при } Q_y \leq Q_{cp} \quad Q_b = X \cdot (Q_{yo} + T_c). \quad (46)$$

Значение коэффициента  $X$  рекомендуется принимать равным 1,1.

Усилие среды:

$$Q_{cp} = 0,25 \pi \cdot D_{cp}^2 \cdot P, \quad (47)$$

$$\text{для конусного уплотнения} \quad D_{cp} = D_z + A \cdot \operatorname{tg} \beta. \quad (48)$$

Усилия  $Q_y$  и  $Q_{yo}$  для плоского уплотнения определяются в соответствии с п.4.2.2, при этом, в формуле для  $q_y$  необходимо вместо перепада давления  $\Delta P$  подставить значение давления среды  $P$ .

Для конусного уплотнения усилия  $Q_y$  и  $Q_{yo}$  определяются по формулам:

$$Q_y = \pi \cdot D_{cp} \cdot B \cdot q_y \cdot n_1; \quad B = \frac{A}{\cos \beta} \quad (49)$$

$$Q_{yo} = \pi \cdot D_{cp} \cdot B \cdot q_{yo} \cdot n_1. \quad (50)$$

Необходимые удельные давления:

$$q_y = \max(q_{y1}; q_{y2}); \quad (51)$$

$$q_{y1} = \frac{0,316m(c + 10k\Delta P)}{\sqrt{B}}; \quad (52)$$

$$q_{y2} = m \cdot \frac{\mu_y}{B}. \quad (53)$$

Эмпирические коэффициенты  $m$ ,  $c$ ,  $k$  и  $q_y'$  принимаются по приложению Б, таблицы Б.1, Б.2 и Б.3 или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов и рабочих сред значения коэффициентов  $m$ ,  $c$  и  $k$  могут уточняться по результатам испытаний

$$(54) \quad q_{yo} = \max(q_{y1o}; q_{y2});$$

$$q_{y1o} = \frac{0,316mc}{\sqrt{B}}.$$

(55)

Эмпирические коэффициенты  $m$  и  $c$  принимаются по приложению Б, таблица Б.1 и Б.2 или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов и рабочих сред значения  $q_y'$  могут уточняться по результатам испытаний.

Коэффициент  $n_1$  определяется по формуле:

$$n_1 = \sin \beta + \mu_k \cdot \cos \beta.$$

(56)

Коэффициент  $\mu_k$  принимается по приложению Б, таблица Б.4 или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов, рабочих сред, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей и удельных давлений значения коэффициента  $\mu_k$  могут уточняться по результатам испытаний.

Значения коэффициента  $n_1$  при  $\mu_k = 0,3$  для сочетания материалов сталь по стали приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Значения коэффициента  $n_1$  при  $\mu_k = 0,3$ 

$\beta$ , град	30	45	60	90
$n_1$	0,75	0,9	1,02	1,0

4.6.2 Крутящий момент на маховике, необходимый для создания верхнего уплотнения для задвижек 1, 2 и 3 типов:

$$M_B = M_{PB} + M_{BB}; \quad (57)$$

$$M_{PB} = Q_B \cdot L_p; \quad (58)$$

$$M_{BB} = Q_B \cdot L_{B2}. \quad (59)$$

4.7 При расчете от максимального крутящего момента (усилия), развивающегося маховиком или приводом (расчет сверху), определяются:

4.7.1 Максимальное усилие вдоль шпинделя (кроме пневмо- или гидропривода):

$$\text{для задвижек 1, 2 и 3 типов} \quad Q_{OM} = \frac{M_{kp} \cdot i \cdot \eta}{L_p + L_6}; \quad (60)$$

$$\text{для задвижек 4 и 5 типов} \quad Q_{OM} = Q_{1M} + \frac{Q_{shp} \cdot L_p}{L_p + L_6}, \quad (61)$$

$$Q_{1M} = \frac{M_{kp} \cdot i \cdot \eta - M_c}{L_p + L_6}. \quad (62)$$

Коэффициенты  $i$  и  $\eta$  при отсутствии редуктора принимаются равными 1.

Для пневмо- или гидропривода (задвижки 1, 2 и 3 типов)

$$Q_{OM} = Q_{pr.max}. \quad (63)$$

4.7.2 Максимальное удельное давление в уплотнении:

$$q_{ym} = \frac{Q_{ym}}{F_y}; \quad (64)$$

$$Q_{ym} = R + Q_{cp}; \quad (65)$$

$$F_y = \pi \cdot D_{cp} \cdot B; \quad (66)$$

$$\text{для задвижки 1 типа} \quad R = \frac{Q_{OM}}{2 \cos \gamma \cdot (\operatorname{tg} \gamma + \mu_k)}; \quad (67)$$

$$R = Q_p; \quad (69)$$

для задвижки 4 типа

$$R = \frac{Q_1 M}{2 \cos \gamma \cdot (\operatorname{tg} \gamma + \mu_k)}; \quad (70)$$

для задвижки 5 типа

$$R = \frac{Q_{1M}}{1,64 + 2\mu_k}.$$
(71)

Коэффициент  $\mu_k$  принимается по приложению Б, таблица Б.4 или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов, рабочих сред, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей и удельных давлений значения коэффициента  $\mu_k$  могут уточняться по результатам испытаний.

4.8 В силовом расчете необходимо проверить соблюдение следующих условий прочности:

#### 4.8.1 Условие прочности уплотнения:

$$q_{ym} \leq [q_n]. \quad (72)$$

Предельно допустимое удельное давление  $[q_n]$  принимается по таблице Б.10 приложения Б или по справочным данным.

При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других сочетаний марок материалов, рабочих сред, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей значения  $[q_n]$  могут уточняться по результатам испытаний.

#### 4.8.2 Условие прочности подшипника:

$$n_2 = \frac{Q_{CT}}{Q_{OM}} \geq 1,0 . \quad (73)$$

Допустимая статическая нагрузка  $Q_{ст}$  принимается по ГОСТ на подшипник.

4.9 Коэффициент запаса  $n$  по необходимому крутящему моменту (усилию) на приводе:

- при ручном управлении маховиком  $n = 1,25$ ;

- для электропривода  $n = 1,1 - 1,25$ ;
- для пневмо- или гидропривода  $n = 1,15 - 1,30$ .

4.10 Определение диаметра маховика  $D_m^*$ , выбор редуктора, электропривода или пневмо- или гидропривода производятся по действующим НД.

Для выбора маховика, редуктора или электропривода используется условие:

$$M_{kr} \geq M_{kr}^*. \quad (74)$$

Для выбора пневмо- или гидропривода – условие:

$$Q_{om} \geq Q_{o*}. \quad (75)$$

4.11 Окончательное максимальное значение крутящего момента, полученное расчетным путем, уточняется при испытании задвижки.

4.12 Пример силового расчета задвижки приведен в приложении В.

**Приложение А  
(обязательное)**

**Обозначения**

- A - высота верхнего уплотнения (рисунки 1, 2, и 3), мм
- B - ширина уплотнения, мм
- c - эмпирический коэффициент, зависящий от материала уплотняющих колец
- Dб и Dб' - средние диаметры бурта при закрытии и открытии (рисунки 1, 2, 3, 4 и 5), мм
- Dm - принятый диаметр маховика, мм
- Dm\* - диаметр маховика, соответствующий моменту Mкр\*, мм
- Dн и Dc - наружный и внутренний диаметры кольца сальниковой набивки, мм
- Dcp - средний диаметр уплотнения, мм
- Dz - внутренний диаметр верхнего уплотнения (рисунки 1, 2 и 3), мм
- D<sub>1</sub> и D<sub>2</sub> - внутренний и наружный диаметры уплотнения в затворе (рисунки 1, 2, 3, 4 и 5), мм
- d - наружный диаметр резьбы шпинделя, мм
- d<sub>2</sub> - средний диаметр резьбы шпинделя, мм
- F - площадь действия давления среды,  $\text{мм}^2$
- Fy - площадь уплотнения,  $\text{мм}^2$
- H - высота сальниковой набивки, мм
- i - передаточное число редуктора
- Kбд - коэффициент бокового давления сальникового уплотнения
- Kср, Kср', Ky, Ky', Kyo, Kyo' - вспомогательные коэффициенты для расчета усилий, необходимых для перемещения запорного органа
- k - эмпирический коэффициент, зависящий от материала уплотняющих колец
- k<sub>1</sub> - количество карданных пар в карданной передаче
- L - расстояние между центрами отверстий во втулке под ось вилки в карданной паре, мм

СТ ЦКБА 002-2003 Стандарт ОК.09.декл

- $L_b$ ,  $L_{b_1}$  и  $L_{b_2}$  - условные плечи крутящего момента в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, мм
- $L_p$  и  $L_{p'}$  - условные плечи крутящего момента в резьбе при закрытии и в начале открытия, мм
- $M$  и  $M'$  - наибольшие крутящие моменты на маховике (на резьбовой втулке для задвижек 1, 2 и 3 типов или на кулачковой втулке для задвижек 4 и 5 типов) при закрытии и открытии, Н·мм
- $M_b$ ,  $M_{b_1}$  и  $M_{b_2}$  - крутящие моменты от сил трения в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, Н·мм
- $M_b$  - крутящий момент на маховике при создании верхнего уплотнения, Н·мм
- $M_{kr}$  - максимальный крутящий момент, развиваемый маховиком, Н·мм
- $M_{kr}^*$  - крутящий момент, по которому подбирается маховик, Н·мм
- $M_p$ ,  $M_{p_1}$  и  $M_{p_2}$  - крутящие моменты от сил трения в резьбе при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, Н·мм
- $M_{расч}$  - расчетный крутящий момент на маховике, Н·мм
- $M_{rb}$  и  $M_{b_1}$  - крутящие моменты от сил трения в резьбе и бурте при создании верхнего уплотнения, Н·мм
- $M_c$  - крутящий момент от сил трения в сальниковом уплотнении (для задвижек 4 и 5 типов), Н·мм
- $M_1$  и  $M_2$  - наибольшие крутящие моменты на маховике (на резьбовой втулке для задвижек 1,2 и 3 типов или на кулачковой втулке для задвижек 4 и 5 типов) в начале открытия и в начале подъема запорного органа, Н·мм
- $m$  - эмпирический коэффициент, учитывающий вид среды
- $n$  - коэффициент запаса по необходимому крутящему моменту (усилию) на маховике или приводе, зависящий от среды, жесткости конструкции, условий эксплуатации и типа привода
- $n_1$  - коэффициент, учитывающий угол наклона и трение в верхнем уплотнении
- $P$  - расчетное давление среды, МПа

$\Delta P$	- перепад давления среды, при котором производится закрытие или открытие задвижки, МПа
$P_{oc}$	- осевое давление, необходимое для затяга сальника, МПа
$P_h$	- ход резьбы шпинделя (для однозаходной резьбы ход равен шагу), мм
$Q$ и $Q'$	- наибольшие усилия вдоль шпинделя при закрытии и открытии, Н
$Q_b$	- усилие на шпинделе при создании верхнего уплотнения, Н
$Q_m$ и $Q'_m$	- необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии, Н
$Q_o^*$	- усилие, по которому подбирается гидро- или пневмопривод, Н
$Q_{om}$	- максимальное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху, Н
$Q_p$	- принятное усилие поджатия в шиберных задвижках (задвижка типа 3) передающееся на уплотнение, Н
$Q_{pr,max}$	- максимальное усилие вдоль штока привода при закрытии, Н
$Q_{расч}$	- расчетное усилие вдоль шпинделя, необходимое для перемещения запорного органа, Н
$Q_{cp}$	- усилие от давления среды, Н
$Q_{ct}$	- допустимая статическая нагрузка на подшипник, Н
$Q_y$ и $Q_{yo}$	- усилия, необходимые для уплотнения в затворе при давлении $\Delta P$ и $\Delta P \rightarrow 0$ , Н
$Q_{um}$	- максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху, Н
$Q_{шп}$	- усилие, выталкивающее шпиндель, Н
$Q_g$	- вес перемещающихся деталей, Н
$Q_1$ и $Q'_1$	- усилия, необходимые для перемещения запорного органа при закрытии и открытии, Н
$Q_{1M}$	- максимальное усилие перемещения запорного органа при расчете сверху, Н
$q$	- удельное давление в уплотнении от давления среды, МПа
$q_y$ и $q_{yo}$	- необходимые удельные давления в уплотнении при перепаде давления $\Delta P$ и при $\Delta P \rightarrow 0$ , МПа

$q_{ym}$	- максимальное удельное давление в уплотнении, МПа
$[q_n]$	- предельно допустимое удельное давление в уплотнении, МПа
$q_{y1}, q_{y2}$ и $q_{y10}$	- удельные давления в верхнем уплотнении при давлении Р и при $P \rightarrow 0$ , МПа
$q_y'$	- эмпирический коэффициент, Н/мм
R	- максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху при закрытии без среды, Н
r	- радиус отверстия во втулке под ось вилки в карданной паре
S	- ширина сальниковой набивки, мм
Tс	- сила трения в сальнике, Н
X	- коэффициент, учитывающий трение в шпонке или в другой детали, недо- пускающей вращения шпинделя
$\alpha$	- угол подъема винтовой линии резьбы шпинделя, град
$\beta$	- угол наклона конусного уплотнения, град
$\gamma$	- половина угла клина для задвижек 1 и 4 типов, град. Для задвижек 2 и 5 типов угол распорного клина $\gamma = 20^\circ$
$\gamma_1$	- максимально допустимый угол между осями шарнира в карданной паре, град. Обычно $\gamma_1 = 15^\circ$
$\eta$	- коэффициент полезного действия редуктора
$\chi$	- коэффициент полезного действия карданной передачи
$\mu$ и $\mu'$	- коэффициенты трения движения и покоя в резьбе
$\mu_b$ и $\mu'_b$	- коэффициенты трения движения и покоя в бурте
$\mu_k$ и $\mu'_k$	- коэффициенты трения движения и покоя в уплотняющих кольцах затвора
$\mu_c$	- коэффициент трения в сальниковой набивке
$\mu_N$	- коэффициент трения между диском и клином для задвижек 2 и 5 типов
$\mu_1$	- коэффициент трения в карданной паре
$\rho, \rho_k, \rho'_k, \rho_N$	- углы трения, град

**Приложение Б  
(рекомендуемое)**

**Вспомогательные величины и коэффициенты, используемые  
в силовом расчете**

**Б.1** Необходимые для выполнения расчета значения коэффициентов  $m$ ,  $c$  и  $k$ , вспомо-гательных коэффициентов  $K_{cr}$ ,  $K_{cr'}$ ,  $K_y$ ,  $K_y'$ ,  $K_{yo}$ ,  $K_{yo'}$ , коэффициента  $K_{bd}$ , коэффициентов трения  $\mu$ ,  $\mu_b$ ,  $\mu_k$ ,  $\mu_c$ ,  $\mu_N$  и  $\mu_l$ , погонной нагрузки  $q_y'$  и предельно допустимого удельного давления  $[q_n]$  принимаются или определяются по таблицам Б.1-Б.10.

**Б.2** При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других со-чтаний марок материалов, рабочих сред, удельных давлений, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей значения перечисленных выше коэффициентов и нагрузок  $q_y'$  и  $[q_n]$  могут уточняться по результатам испытаний.

**Т а б л и ц а Б.1 - Значения эмпирического коэффициента  $m$   
(в соответствии с СТ ЦКБА 068)**

**(Измененная редакция, Изм. 1)**

Среда	$m$
Жидкая среда	1,0
Воздух, пар и пароводяная смесь	1,5
Среды с высокой проникающей способностью (гелий, водород, керосин, бензин и др.)	2,0

**Т а б л и ц а Б.2 – Значения эмпирических коэффициентов с и k  
(в соответствии с СТ ЦКБА 068)**

Материал уплотняющего кольца	c	k
Сталь и твердые сплавы	35	1
Бронза, латунь, медь	30	1

**Т а б л и ц а Б.3 - Значения эмпирического коэффициента  $q_y'$   
(в соответствии с СТ ЦКБА 068)**

Материал уплотняющего кольца	$q_y'$ , Н/мм
Медь, латунь мягкая	20
Латунь твердая, бронза, чугун	25
Сталь и твердые сплавы	30

Примечание – В случае изготовления уплотняющих колец из разных материалов значения коэффициента  $q_y'$  принимаются по более мягкому материалу.

(Измененная редакция, Изм. 1)

Т а б л и ц а Б.4 – Значения коэффициента трения  $\mu_k$  на уплотняющих кольцах  
узла трения "клип-корпус"  
(в соответствии с СТ ЦКБА 057)

(Измененная редакция, Изм. 1)

Сочетание марок материалов (твердость)		Шероховатость, мкм	Допустимое удельное давление, МПа	$\mu_k$
Клин	Корпус			
СЧ20(НВ170...220)	СЧ20(НВ170...220)	Не более  $R_a$ 3,2	30	0,10 - 0,20
ЛЖМц59-1-1 (НВ75...95) ЛЦ38Мц262 (НВ80...90)	ЛЖМц59-1-1 (НВ75...95) ЛЦ38Мц262 (НВ80...90)		20	0,20 – 0,25
БрАЖМц10-3-1,5 (НВ170...200) БрАЖН10-4-4 (НВ200...240)	БрАЖМц10-3-1,5 (НВ170...200) БрАЖН10-4-4 (НВ200...240)		35	0,20 – 0,25
12Х18Н9Т (НВ121...173) 10Х17Н13М3Т (НВ135...180) 15Х18Н12СЧТЮ (НВ155...170) 06ХН28МДТ (НВ135...185)	12Х18Н9Т (НВ121...173) 10Х17Н13М3Т (НВ135...180) 15Х18Н12СЧТЮ (НВ155...170) 06ХН28МДТ (НВ135...185)	Не более  $R_a$ 3,2	15	0,27 – 0,30
20Х13(HR C31...40) 14Х17Н2 (HRC20...29)	20Х13(HRC31...40) 14Х17Н2 (HRC20...29)		25	0,27 – 0,30
38Х2МЮА (HRC31...37) азотирование	38Х2МЮА (HRC31...37) азотирование	Не более  $R_a$ 3,2	80	0,27 – 0,30
В3К(HRC40) ЦН-12М-67 (HRC38...50)	В3К(HRC40) ЦН-12М-67 (HRC38...50)			0,17 – 0,22
ЦН-6(HRC28...37)	ЦН-6(HRC28...37)			0,14 – 0,20
УОНН-13/Н1-БК (HRC40...48)	УОНН-13/Н1-БК (HRC40...48)	$R_a$ 3,2		0,08 – 0,12

4.11-2003 ГОСТ Р ИСО 9001

Т а б л и ц а Б.5 – Формулы для расчета коэффициентов  $K_{cp}$  и  $K_{cp'}$ ,  $K_y$  и  $K_{yo}$ ,  $K_{yo'}$

Коэффициент	Тип затвора	Клиновая задвижка (Типы 1 и 4)	Параллельная задвижка (Типы 2 и 5)
$K_{cp}$	A	При $Q_y \leq Q_{cp}$	$\frac{\mu_k}{\cos \gamma \cdot (1 - \mu_k \cdot \tan \gamma)}$
		При $Q_y > Q_{cp}$	$-\cos \gamma \cdot [\tan(\rho_k + \gamma) + \tan \gamma]$
	B		$\cos \gamma \cdot [\tan \gamma + 2\mu_k - \tan(\rho_k + \gamma)]$
$K_{cp'}$	A	При $Q_y \leq Q_{cp'}$	$\frac{\mu_k'}{\cos \gamma \cdot (1 + \mu_k' \cdot \tan \gamma)}$
		При $Q_y > Q_{cp'}$	$-\cos \gamma \cdot [\tan(\rho_k' - \gamma) - \tan \gamma]$
	B		$\cos \gamma \cdot [2\mu_k' - \tan \gamma - \tan(\rho_k' - \gamma)]$
$K_y = K_{yo}$	A	При $Q_y \leq Q_{cp}$	0
		При $Q_y > Q_{cp}$	$2 \cos \gamma \cdot (\mu_k + \tan \gamma)$
	B		$2[\tan(\gamma + \rho_N) + \mu_k]$
$K_y' = K_{yo'}$	A	При $Q_y \leq Q_{cp}$	0
		При $Q_y > Q_{cp}$	$2 \cos \gamma \cdot (\mu_k' - \tan \gamma)$
	B		0
<b>П р и м е ч а н и я</b>			
1 В приведенных выше формулах приняты следующие обозначения: $\rho_k = \arctg \mu_k$ ; $\rho_k' = \arctg \mu_k'$ ; $\rho_N = \arctg \mu_N$ , где $\mu_N = 0,35$ – коэффициент трения между диском и клином в параллельной задвижке.			
2 Формулы приняты по [1].			

(Измененная редакция, Изм. 2)

Т а б л и ц а Б.6 - Величина осевого давления Рос, необходимая для затяга сальника с набивками из различных материалов, и значения коэффициента бокового давления Кбд  
 (в соответствии с СТ ЦКБА 037)

Марка набивки	Рос, МПа	Кбд
Ф-4, ПФС	1,1Р + 10,0	0,41
ФУМ	1,1Р + 5,0	0,52
АГИ	48,0	0,29
АФТ	30,0	0,31
АФ-1	30,0	0,41
ТРГ – терморасширенный графит	От 15,0 до 40,0 (должно выполняться условие: Рос ≥ 2·Р)	0,5

Т а б л и ц а Б.7 – Значения коэффициента трения  $\mu_c$  в сальнике с набивками из различных материалов  
 (в соответствии с СТ ЦКБА 037)

Марка набивки	$\mu_c$						
	Temпература, °C						
От 15 до 25	Св 25 до 50	Св 50 до 75	Св 75 до 100	Св 100 до 150	Св 150 до 250	Св 250 до 565	
Ф-4, ПФС	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	-
ФУМ	0,20	0,15	0,10	0,08	0,06	0,05	-
АГИ	0,30	0,24	0,20	0,18	0,16	0,15	0,15
АФТ	0,40	0,34	0,28	0,24	0,20	0,18	-
АФ-1	0,15	0,14	0,13	0,12	0,11	0,08	-
ТРГ – терморасширенный графит	От 0,2 до 0,1						

(Измененная редакция, Изм. 1)

Т а б л и ц а Б.8 - Значения коэффициента трения  $\mu$  в резьбе без смазки  
(в соответствии с СТ ЦКБА 057)

(Измененная редакция, Изм. 1)

Сочетание марок материалов (твердость)		Шероховатость, мкм	Допустимое удельное давление, МПа	$\mu$
Шпиндель	Втулка резьбовая			
БрАЖМц10-3-1,5 (170...200)	ЛЖМц59-1-1 (HB80...90)	10	0,25 – 0,33	
Сталь углеродистая, сульфоцинированная (HV ≥ 800)	Чугун серый, сульфоцинированный (HV ≥ 800)			
40Х (HB174...217) 12Х18Н9Т (HB121...179) 15Х18Н12СЧТЮ (HB155...170) 10Х17Н13М3Т (HB135...180) 08Х17Н15М3Т (HB121...179) 06ХН28МДТ (HB135...185) 08Х18Н10Т (HB155...170) 12Х17 (HB126...197) 35 (HB ≤ 187)	12Х18Н9Т (HB121...179) 10Х17Н13М3Т (HB135...180) БрАЖМц10-3-1,5 (HB170...200) ЛЖМц59-1-1 (HB75...95)	Не более R <sub>a</sub> 3,2	20	0,21 – 0,45
35ХМ (HB320...370) 38Х2МЮА(HB229...269) 40ХН2МА (HB277...321) XH35ВТ (HB207...269) 20Х13 (HRC27...34) 30Х13 (HRC27...35) 14Х17Н2 (HRC20...29) Х32НВ (HRC24...30)	БрАЖМц10-3-1,5 (HB170...200) БрАЖМц10-4-4 (HB200...240)			
35ХМ (HB320...370) 20Х13 (HRC27...34) 14Х17Н2 с покрытием тетрахроматное (HRC35...41)	ЧН17ДХ2 (HB120...170) ЧН15ДЗШ (HB120...255) ЧН5Г8 (HB160...230) ВЗК (HRC40)	30	0,35 – 0,45	
		35		

Т а б л и ц а Б.9 - Значения коэффициента трения  $\mu_b$  в бурте без смазки.  
(в соответствии с СТ ЦКБА 057)

Сочетание марок материалов (твердость)		$\mu_b$			
Бурт	Опора	Температура, °C			
		20	100	200	300
12Х18Н9Т (HB121...179) 40Х (HB174...217) 14Х17Н2 (HRC20...29)	БрАЖМц10-3-1,5 HB170...200)	0,23	0,26	0,40-0,60	0,60-0,90
			0,24	0,30-0,40	0,80-1,30
			0,32	0,32-0,60	0,63-0,80
20Х13(HRC27...34) 12Х18Н9Т (HB121...179)	ЧН17Д3Х2	0,21-0,24	0,24-0,35	0,35-0,55	0,55-0,78
		0,25	0,26	0,36	0,50
40Х (HB174...217) 14Х17Н2 (HRC21...27)	БрАЖМц10-4-4 (HB200...240)	0,24	0,24	0,32	0,50
		0,25	0,25-0,30	0,33-0,40	0,40-0,50
40 (HB197)	ЛС59-1 (HB75...95)	0,22-0,27	0,36-0,40	0,40-0,50	0,50

П р и м е ч а н и е – Значения коэффициентов трения даны с учетом шероховатости контактируемых поверхностей  $20 \geq R_a \geq 5$  мкм.

Т а б л и ц а Б.10 - Значения предельно допустимого удельного давления  $[q_n]$  в затворе (в соответствии с СТ ЦКБА 068)

Наименование материала уплотняющего кольца	Марка материала	Температура применения, °C	Твердость	[ $q_n$ ], МПа
Латунь	ЛС59-1 ГОСТ15527 ЛЦ38Мц2С <sub>2</sub> (ЛМцС58-2-2) ГОСТ 17711	От -253 до 250	80-140 HB	20
Латунь кремнистая	ЛЦ16К4 (ЛК80-3Л) ГОСТ 17711	От -200 до 250	Не менее 100 HB	25
Бронза	БрАЖМц10-3-1,5 ГОСТ 18175	От -253 до 250	170-200 HB	35
	БрАЖМц10-4-4 ГОСТ 18175	От -196 до 350	200-240 HB	

(Измененная редакция, Изм. 1)

## Окончание таблицы Б.10

Наименование материала уплотняющего кольца	Марка материала	Температура применения, °C	Твердость	[q <sub>п</sub> ], МПа
Сталь высоколегированная (коррозионно-стойкая, кислотостойкая, жаропрочная)	12Х18Н9Т ГОСТ 5632	От -253 до 350	121-179 HB	15
	15Х18Н12С4ТЮ ГОСТ 5632	От -100 до 300	155-170 HB	
	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	От -260 до 350	121-179 HB	
	ЭИ 943 ГОСТ 5632	От -196 до 400	135-185 HB	
	20Х13 ГОСТ 5632	От -40 до 300	33-42 HRC	25
	14Х17Н2 ГОСТ 5632	От -70 до 250	22-31 HRC	
Сталь легированная конструкционная	32Х2МЮА ГОСТ 4543	От -40 до 450	Азотиро-вание 750-900 HV	80
Наплавочные твердые износостойкие материалы	Стеллит ВЗК ОСТ 1.90078 ПР ВЗК ГОСТ 21449	От -160 до 800	42-52 HRC	80
	ЦН-6Л	От -60 до 450	29-39 HRC	
	ЦН-12М-67	От -100 до 600	40-50 HRC	
	УОНИ-13/Н1-БК	До 300	42-50 HRC	
	ПП-АН-133 ТУ ИЭС 511-85	От -60 до 450	29-45 HRC	70
	ПЛ-АН-150 ТУ ИЭС 418-84		29-45 HRC	
	ПЛ-АН-151 ТУ ИЭС 555-86	От -100 до 600	38-50 HRC	
	ПП-АН-157 ТУ ИЭС 654-87	До 565	35-51 HRC	
	НП-13Х15АГ13ТЮ ТУ 3-145-81	От -40 до 300	180-240 HB	25
	Св-10Х17Г ГОСТ 2246		24-40 HRC	

Примечания – 1 Твердость в единицах HRC - в соответствии с ГОСТ 8.064-94.

2 Шероховатость уплотняющих поверхностей должна быть не более R<sub>a</sub> 3,2 мкм.

Б.2 При применении смазочных материалов значения коэффициентов трения  $\mu$  и  $\mu_6$  в соответствии с **СТ ЦКБА 057** находятся в пределах:

для ЦИАТИМ 221 (ГОСТ 9433-80)	от 0,17 до 0,21
для ЦИАТИМ 201 (ГОСТ 6267-74)	от 0,14 до 0,21
для ВНИИНП 232 (ГОСТ 14068-79)	от 0,05 до 0,12
для ВНИИНП 225 (ГОСТ 19782-74)	от 0,22 до 0,35
для ВНИИНП 275 (ТУ 38101891-81)	от 0,10 до 0,20
для солидола (ГОСТ 4366-76)	от 0,11 до 0,17
для лимола ( <b>ТУ38 УССР 291146</b> или	от 0,12 до 0,21

**ТУ 0254-021-05766706**)

(Измененная редакция, Изм. 1)

В силовом расчете при определении основных усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой следует принимать максимальные значения коэффициентов трения, а при проверке условий прочности уплотнения и подшипника (расчет сверху) рекомендуется принимать средние значения коэффициентов трения.

Коэффициент трения в подшипниках качения следует принимать:

для шарикоподшипников -  $\mu_6 = \mu_6' = 0,01$ ;

для роликоподшипников -  $\mu_6 = \mu_6' = 0,02$ .

Коэффициент трения в карданной паре для сочетания материалов сталь по стали (ось о вилку) следует принимать  $\mu_1 = 0,3$ .

Б.3 Условные плечи крутящего момента в трапециoidalной резьбе шпинделя при закрытии  $L_p$  и в начале открытия  $L_p'$  определяются по формулам:

$$L_p = 0,5d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho); \quad L_p' = 0,5d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha),$$

где  $d_2$  - средний диаметр резьбы;

$\alpha$  - угол подъема винтовой линии резьбы:  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{P_h}{\pi \cdot d_2}$ ;

$P_h$  - ход резьбы:  $P_h = P \cdot n$ ;

$P$  - шаг резьбы;

$n$  - число заходов;

$\rho$  - угол трения, определяемый из условия:  $\operatorname{tg} \rho = \mu$ ,

$\mu$  - коэффициент трения движения в резьбе;

$\rho'$  - угол трения, определяемый из условия:  $\operatorname{tg} \rho' = \mu'$ ,

$\mu'$  - коэффициент трения покоя в резьбе:  $\mu' = 1,3 \mu$ .

Значения условных плеч крутящего момента в трапециoidalной резьбе шпинделя при закрытии  $L_p$  (ГОСТ 24737) приведены в таблице Б.11.

Значения условных плеч крутящего момента в трапециoidalной резьбе шпинделя в начальный момент открытия  $L'_p$  (ГОСТ 24737) приведены в таблице Б.12.

Б.4 Условные плечи момента в бурте при закрытии  $L_b$ , в начале открытия  $L_{b1}$  и в начале подъема запорного органа  $L_{b2}$  определяются по формулам:

$$L_b = 0,5 D_b \cdot \mu_b;$$

$$L_{b1} = 1,3 L_b;$$

$$L_{b2} = 0,5 D_b' \cdot \mu_b.$$

(Измененная редакция, Изм. № 3)

Для задвижек без шарикоподшипников:

- D6 - средний диаметр касания бурта резьбовой втулки (для задвижек 1, 2 и 3 типов) или бурта шпинделя (для задвижек 4 и 5 типов) с опорой при закрытии (обычно опора – крышка или стойка);
- D6' - средний диаметр касания маховика (для задвижек 1, 2 и 3 типов) или бурта шпинделя (для задвижек 4 и 5 типов) с опорой при открытии (обычно опора – крышка или стойка).

Для задвижек с шарикоподшипниками:

$$D_b = D_b' = \text{среднему диаметру шарикоподшипника.}$$

Т а б л и ц а Б.11 – Условные плечи крутящего момента в резьбе  
шпинделя при закрытии  $L_p$

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	P <sub>b</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,05	μ = 0,10	μ = 0,15	μ = 0,17	μ = 0,20	μ = 0,25
ММ	ММ	ММ	град	ρ = 2°52'	ρ = 5°43'	ρ = 8°32'	ρ = 9°39'	ρ = 11°19'	ρ = 14°02'
10	2	9	4°03'	0,055	0,077	0,100	0,110	0,124	0,147
	3	8,5	6°25'	0,069	0,091	0,113	0,122	0,136	0,159
	6	8,5	12°42'	0,118	0,141	0,165	0,175	0,189	0,214
12	2	11	3°19'	0,060	0,087	0,115	0,127	0,144	0,172
	3	10,5	5°12'	0,074	0,101	0,128	0,139	0,156	0,183
	6	10,5	10°19'	0,123	0,151	0,179	0,191	0,208	0,238
14	2	13	2°48'	0,064	0,097	0,130	0,143	0,163	0,197
	3	12,5	4°22'	0,079	0,111	0,143	0,156	0,175	0,208
	6	12,5	8°42'	0,128	0,161	0,194	0,207	0,228	0,262
16	2	15	2°26'	0,070	0,107	0,145	0,161	0,183	0,222
	4	14	5°12'	0,099	0,135	0,171	0,186	0,207	0,244
	8	14	10°19'	0,164	0,201	0,239	0,254	0,278	0,317
18	2	17	2°09'	0,075	0,117	0,160	0,178	0,203	0,247
	4	16	4°32'	0,104	0,145	0,186	0,202	0,227	0,269
	8	16	9°03'	0,169	0,211	0,253	0,271	0,297	0,341
20	2	19	1°55'	0,079	0,127	0,175	0,194	0,223	0,272
	4	18	4°03'	0,109	0,155	0,201	0,219	0,247	0,294
	8	18	8°03'	0,174	0,220	0,268	0,287	0,316	0,365
22	2	21	1°45'	0,085	0,138	0,190	0,212	0,244	0,297
	5	19,5	4°39'	0,129	0,178	0,228	0,248	0,279	0,330
	10	19,5	9°15'	0,209	0,261	0,313	0,334	0,366	0,420

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16^\circ 42'$	$\rho = 19^\circ 17'$	$\rho = 21^\circ 48'$	$\rho = 24^\circ 14'$	$\rho = 26^\circ 34'$
10	2	9	$4^\circ 03'$	0,170	0,194	0,218	0,242	0,266
	3	8,5	$6^\circ 25'$	0,181	0,205	0,228	0,252	0,276
	6	8,5	$12^\circ 42'$	0,239	0,265	0,292	0,319	0,347
12	2	11	$3^\circ 19'$	0,200	0,229	0,258	0,287	0,316
	3	10,5	$5^\circ 12'$	0,211	0,239	0,268	0,296	0,325
	6	10,5	$10^\circ 19'$	0,268	0,298	0,330	0,361	0,394
14	2	13	$2^\circ 48'$	0,230	0,264	0,298	0,332	0,366
	3	12,5	$4^\circ 22'$	0,241	0,274	0,307	0,341	0,375
	6	12,5	$8^\circ 42'$	0,297	0,332	0,368	0,405	0,442
16	2	15	$2^\circ 26'$	0,260	0,299	0,338	0,377	0,416
	4	14	$5^\circ 12'$	0,281	0,319	0,357	0,395	0,433
	8	14	$10^\circ 19'$	0,357	0,398	0,439	0,482	0,525
18	2	17	$2^\circ 09'$	0,290	0,334	0,378	0,422	0,466
	4	16	$4^\circ 32'$	0,311	0,353	0,396	0,439	0,483
	8	16	$9^\circ 03'$	0,386	0,431	0,478	0,525	0,573
20	2	19	$1^\circ 55'$	0,320	0,369	0,417	0,466	0,515
	4	18	$4^\circ 03'$	0,341	0,388	0,436	0,484	0,533
	8	18	$8^\circ 03'$	0,415	0,465	0,517	0,568	0,621
22	2	21	$1^\circ 45'$	0,350	0,404	0,458	0,512	0,566
	5	19,5	$4^\circ 39'$	0,381	0,433	0,485	0,538	0,591
	10	19,5	$9^\circ 15'$	0,474	0,530	0,587	0,645	0,704

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	град	$\rho = 2^\circ 52'$	$\rho = 5^\circ 43'$	$\rho = 8^\circ 32'$	$\rho = 9^\circ 39'$	$\rho = 11^\circ 19'$	$\rho = 14^\circ 02'$	
24	2	23	$1^\circ 35'$	0,089	0,147	0,205	0,228	0,263	0,322
	5	21,5	$4^\circ 14'$	0,134	0,188	0,244	0,266	0,299	0,355
	10	21,5	$8^\circ 25'$	0,214	0,271	0,328	0,351	0,385	0,444
26	2	25	$1^\circ 28'$	0,095	0,157	0,220	0,246	0,283	0,347
	5	23,5	$3^\circ 53'$	0,139	0,199	0,259	0,283	0,319	0,380
	10	23,5	$7^\circ 42'$	0,219	0,280	0,342	0,367	0,405	0,468
28	2	27	$1^\circ 21'$	0,099	0,167	0,235	0,262	0,303	0,372
	5	25,5	$3^\circ 34'$	0,144	0,208	0,273	0,299	0,339	0,405
	10	25,5	$7^\circ 07'$	0,224	0,290	0,357	0,384	0,425	0,493
30	3	28,5	$1^\circ 55'$	0,119	0,191	0,263	0,292	0,335	0,407
	6	27	$4^\circ 02'$	0,163	0,232	0,301	0,329	0,370	0,440
	12	27	$8^\circ 03'$	0,260	0,331	0,402	0,431	0,474	0,548
32	3	30,5	$1^\circ 48'$	0,124	0,201	0,278	0,309	0,355	0,433
	6	29	$3^\circ 46'$	0,169	0,242	0,316	0,346	0,391	0,466
	12	29	$7^\circ 30'$	0,265	0,340	0,417	0,447	0,494	0,572
34	3	32,5	$1^\circ 41'$	0,129	0,211	0,293	0,326	0,375	0,457
	6	31	$3^\circ 31'$	0,173	0,252	0,331	0,363	0,410	0,490
	12	31	$7^\circ 00'$	0,269	0,350	0,431	0,463	0,513	0,596
36	3	34,5	$1^\circ 36'$	0,135	0,221	0,308	0,343	0,395	0,483
	6	33	$3^\circ 19'$	0,179	0,262	0,346	0,380	0,431	0,516
	12	33	$6^\circ 36'$	0,275	0,360	0,446	0,481	0,533	0,621

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16^\circ 42'$	$\rho = 19^\circ 17'$	$\rho = 21^\circ 48'$	$\rho = 24^\circ 14'$	$\rho = 26^\circ 34'$
24	2	23	1°35'	0,380	0,439	0,497	0,556	0,615
	5	21,5	4°14'	0,411	0,468	0,525	0,583	0,641
	10	21,5	8°25'	0,504	0,565	0,626	0,689	0,752
26	2	25	1°28'	0,410	0,474	0,538	0,601	0,666
	5	23,5	3°53'	0,441	0,503	0,565	0,628	0,691
	10	23,5	7°42'	0,533	0,598	0,665	0,732	0,800
28	2	27	1°21'	0,440	0,509	0,577	0,646	0,715
	5	25,5	3°34'	0,471	0,537	0,605	0,672	0,740
	10	25,5	7°07'	0,563	0,633	0,704	0,777	0,850
30	3	28,5	1°55'	0,480	0,553	0,626	0,699	0,773
	6	27	4°02'	0,511	0,582	0,654	0,726	0,798
	12	27	8°03'	0,622	0,698	0,775	0,853	0,932
32	3	30,5	1°48'	0,510	0,588	0,666	0,745	0,823
	6	29	3°46'	0,541	0,617	0,694	0,771	0,848
	12	29	7°30'	0,652	0,732	0,814	0,897	0,980
34	3	32,5	1°41'	0,540	0,623	0,706	0,789	0,873
	6	31	3°31'	0,571	0,652	0,733	0,815	0,898
	12	31	7°00'	0,680	0,766	0,852	0,940	1,028
36	3	34,5	1°36'	0,570	0,658	0,747	0,835	0,924
	6	33	3°19'	0,601	0,687	0,774	0,861	0,948
	12	33	6°36'	0,711	0,801	0,892	0,985	1,078

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,05	μ = 0,10	μ = 0,15	μ = 0,17	μ = 0,20	μ = 0,25
мм	мм	мм	град	ρ = 2°52'	ρ = 5°43'	ρ = 8°32'	ρ = 9°39'	ρ = 11°19'	ρ = 14°02'
38	3	36,5	1°30'	0,139	0,231	0,323	0,360	0,415	0,507
	6	35	3°07'	0,183	0,272	0,361	0,396	0,450	0,540
	12	35	6°14'	0,280	0,370	0,461	0,498	0,553	0,646
40	3	38,5	1°25'	0,144	0,241	0,338	0,376	0,435	0,532
	6	37	2°57'	0,188	0,282	0,376	0,413	0,470	0,565
	12	37	5°54'	0,285	0,380	0,476	0,515	0,573	0,671
42	3	40,5	1°21'	0,149	0,251	0,353	0,394	0,455	0,557
	6	39	2°48'	0,193	0,292	0,391	0,430	0,490	0,590
	12	39	5°36'	0,290	0,390	0,491	0,532	0,593	0,696
44	3	42,5	1°18'	0,155	0,261	0,368	0,411	0,475	0,583
	8	40	3°38'	0,228	0,329	0,431	0,472	0,534	0,637
	16	40	7°16'	0,357	0,461	0,566	0,608	0,672	0,780
46	3	44,5	1°14'	0,159	0,271	0,383	0,428	0,495	0,607
	8	42	3°28'	0,233	0,339	0,446	0,489	0,554	0,662
	16	42	6°56'	0,363	0,471	0,581	0,625	0,692	0,805
48	3	46,5	1°11'	0,164	0,281	0,398	0,445	0,515	0,633
	8	44	3°19'	0,238	0,350	0,462	0,506	0,574	0,687
	16	44	6°37'	0,367	0,481	0,596	0,642	0,712	0,829
50	3	48,5	1°08'	0,169	0,291	0,413	0,462	0,535	0,657
	8	46	3°10'	0,243	0,359	0,476	0,523	0,594	0,712
	16	46	6°20'	0,372	0,491	0,610	0,659	0,732	0,854

6.11-2003 ГОСТ 04.09.2003

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,30	μ = 0,35	μ = 0,40	μ = 0,45	μ = 0,50
мм	мм	мм	град	ρ = 16°42'	ρ = 19°17'	ρ = 21°48'	ρ = 24°14'	ρ = 26°34'
38	3	36,5	1°30'	0,600	0,693	0,786	0,879	0,973
	6	35	3°07'	0,631	0,722	0,813	0,905	0,997
	12	35	6°14'	0,740	0,836	0,932	1,029	1,128
40	3	38,5	1°25'	0,630	0,728	0,826	0,924	1,023
	6	37	2°57'	0,661	0,756	0,853	0,950	1,047
	12	37	5°54'	0,770	0,870	0,971	1,074	1,177
42	3	40,5	1°21'	0,660	0,763	0,866	0,969	1,073
	6	39	2°48'	0,691	0,791	0,893	0,995	1,097
	12	39	5°36'	0,800	0,905	1,011	1,118	1,226
44	3	42,5	1°18'	0,690	0,798	0,906	1,015	1,123
	8	40	3°38'	0,741	0,846	0,951	1,057	1,164
	16	40	7°16'	0,889	1,000	1,112	1,225	1,340
46	3	44,5	1°14'	0,720	0,833	0,946	1,059	1,173
	8	42	3°28'	0,771	0,881	0,991	1,102	1,214
	16	42	6°56'	0,919	1,034	1,151	1,270	1,390
48	3	46,5	1°11'	0,750	0,868	0,986	1,105	1,223
	8	44	3°19'	0,801	0,916	1,031	1,147	1,264
	16	44	6°37'	0,948	1,069	1,190	1,314	1,439
50	3	48,5	1°08'	0,780	0,903	1,026	1,149	1,273
	8	46	3°10'	0,831	0,951	1,071	1,192	1,314
	16	46	6°20'	0,978	1,103	1,230	1,358	1,488

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,05	μ = 0,10	μ = 0,15	μ = 0,17	μ = 0,20	μ = 0,25
мм	мм	мм	град	ρ = 2°52'	ρ = 5°43'	ρ = 8°32'	ρ = 9°39'	ρ = 11°19'	ρ = 14°02'
52	3	50,5	1°05'	0,174	0,301	0,428	0,479	0,555	0,682
	8	48	3°02'	0,248	0,369	0,491	0,540	0,614	0,737
	16	48	6°04'	0,377	0,500	0,625	0,675	0,751	0,878
55	3	53,5	1°01'	0,181	0,316	0,450	0,504	0,585	0,719
	8	51	2°51'	0,255	0,384	0,513	0,565	0,643	0,774
	16	51	5°43'	0,385	0,515	0,647	0,701	0,781	0,916
60	3	58,5	0°56'	0,194	0,341	0,488	0,546	0,635	0,782
	8	56	2°36'	0,268	0,409	0,551	0,608	0,693	0,837
	16	56	5°12'	0,397	0,540	0,684	0,742	0,830	0,977
65	4	63	1°10'	0,222	0,380	0,538	0,602	0,697	0,856
	10	60	3°02'	0,310	0,461	0,614	0,675	0,767	0,921
	20	60	6°04'	0,471	0,625	0,781	0,844	0,939	1,098
70	4	68	1°04'	0,234	0,404	0,575	0,643	0,746	0,918
	10	65	2°48'	0,322	0,486	0,651	0,717	0,817	0,983
	20	65	5°36'	0,484	0,650	0,818	0,886	0,988	1,160
75	4	73	1°00'	0,246	0,429	0,613	0,686	0,796	0,980
	10	70	2°36'	0,335	0,511	0,689	0,760	0,867	1,046
	20	70	5°12'	0,496	0,675	0,855	0,928	1,037	1,221
80	4	78	0°56'	0,259	0,454	0,650	0,729	0,846	1,043
	10	75	2°26'	0,348	0,537	0,726	0,803	0,917	1,109
	20	75	4°52'	0,509	0,700	0,893	0,971	1,088	1,284

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16^\circ 42'$	$\rho = 19^\circ 17'$	$\rho = 21^\circ 48'$	$\rho = 24^\circ 14'$	$\rho = 26^\circ 34'$
52	3	50,5	1°05'	0,810	0,938	1,066	1,194	1,323
	8	48	3°02'	0,861	0,985	1,111	1,237	1,363
	16	48	6°04'	1,007	1,137	1,269	1,402	1,537
55	3	53,5	1°01'	0,855	0,990	1,125	1,261	1,397
	8	51	2°51'	0,905	1,038	1,170	1,304	1,438
	16	51	5°43'	1,052	1,189	1,328	1,469	1,611
60	3	58,5	0°56'	0,930	1,078	1,226	1,374	1,523
	8	56	2°36'	0,981	1,125	1,270	1,416	1,563
	16	56	5°12'	1,126	1,275	1,427	1,580	1,733
65	4	63	1°10'	1,015	1,175	1,335	1,495	1,656
	10	60	3°02'	1,076	1,232	1,388	1,546	1,704
	20	60	6°04'	1,259	1,422	1,586	1,753	1,921
70	4	68	1°04'	1,089	1,262	1,434	1,607	1,780
	10	65	2°48'	1,151	1,319	1,488	1,658	1,829
	20	65	5°36'	1,333	1,508	1,685	1,863	2,044
75	4	73	1°00'	1,165	1,349	1,534	1,720	1,905
	10	70	2°36'	1,226	1,406	1,588	1,770	1,953
	20	70	5°12'	1,407	1,594	1,783	1,974	2,167
80	4	78	0°56'	1,240	1,437	1,634	1,832	2,030
	10	75	2°26'	1,301	1,494	1,688	1,883	2,079
	20	75	4°52'	1,482	1,682	1,883	2,087	2,292

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,05	μ = 0,10	μ = 0,15	μ = 0,17	μ = 0,20	μ = 0,25
мм	мм	мм	град	ρ = 2°52'	ρ = 5°43'	ρ = 8°32'	ρ = 9°39'	ρ = 11°19'	ρ = 14°02'
85	5	82,5	1°06'	0,286	0,493	0,700	0,783	0,908	1,116
	12	79	2°46'	0,389	0,589	0,789	0,870	0,990	1,193
	24	79	5°32'	0,583	0,785	0,990	1,072	1,196	1,404
90	5	87,5	1°03'	0,299	0,519	0,738	0,827	0,959	1,179
	12	84	2°36'	0,402	0,614	0,826	0,912	1,040	1,255
	24	84	5°12'	0,595	0,810	1,026	1,113	1,245	1,466
95	5	92,5	0°59'	0,311	0,543	0,775	0,868	1,008	1,241
	12	89	2°27'	0,414	0,638	0,863	0,954	1,090	1,317
	24	89	4°55'	0,608	0,835	1,064	1,156	1,295	1,528
100	5	97,5	0°56'	0,323	0,568	0,813	0,911	1,058	1,303
	12	94	2°20'	0,427	0,664	0,902	0,997	1,141	1,381
	24	94	4°39'	0,620	0,859	1,101	1,198	1,344	1,590
110	5	107,5	0°51'	0,349	0,618	0,888	0,996	1,158	1,429
	12	104	2°06'	0,452	0,713	0,976	1,081	1,240	1,504
	24	104	4°12'	0,644	0,909	1,175	1,282	1,443	1,713
120	6	117	0°56'	0,388	0,681	0,975	1,093	1,269	1,564
	16	112	2°36'	0,536	0,818	1,102	1,216	1,387	1,673
	32	112	5°12'	0,793	1,079	1,368	1,485	1,660	1,954
130	6	127	0°52'	0,414	0,732	1,051	1,179	1,370	1,690
	16	122	2°24'	0,562	0,869	1,178	1,302	1,488	1,800
	32	122	4°46'	0,817	1,128	1,442	1,568	1,758	2,077

## Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,30	μ = 0,35	μ = 0,40	μ = 0,45	μ = 0,50
мм	мм	мм	град	ρ = 16°42'	ρ = 19°17'	ρ = 21°48'	ρ = 24°14'	ρ = 26°34'
85	5	82,5	1°06'	1,324	1,533	1,743	1,952	2,162
	12	79	2°46'	1,396	1,600	1,806	2,012	2,220
	24	79	5°32'	1,615	1,827	2,042	2,259	2,478
90	5	87,5	1°03'	1,400	1,622	1,844	2,066	2,289
	12	84	2°36'	1,471	1,688	1,905	2,124	2,344
	24	84	5°12'	1,688	1,913	2,140	2,369	2,601
95	5	92,5	0°59'	1,474	1,708	1,943	2,177	2,413
	12	89	2°27'	1,545	1,774	2,005	2,236	2,468
	24	89	4°55'	1,763	2,001	2,240	2,481	2,725
100	5	97,5	0°56'	1,549	1,796	2,043	2,290	2,538
	12	94	2°20'	1,621	1,863	2,106	2,350	2,594
	24	94	4°39'	1,837	2,087	2,338	2,592	2,848
110	5	107,5	0°51'	1,700	1,971	2,243	2,515	2,788
	12	104	2°06'	1,770	2,037	2,304	2,573	2,843
	24	104	4°12'	1,986	2,260	2,536	2,815	3,096
120	6	117	0°56'	1,859	2,155	2,451	2,748	3,045
	16	112	2°36'	1,961	2,250	2,540	2,832	3,125
	32	112	5°12'	2,251	2,551	2,854	3,159	3,467
130	6	127	0°52'	2,010	2,331	2,652	2,974	3,296
	16	122	2°24'	2,112	2,426	2,742	3,058	3,376
	32	122	4°46'	2,399	2,723	3,050	3,381	3,714

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ = 0,05	μ = 0,10	μ = 0,15	μ = 0,17	μ = 0,20	μ = 0,25
мм	мм	мм	град	ρ = 2°52'	ρ = 5°43'	ρ = 8°32'	ρ = 9°39'	ρ = 11°19'	ρ = 14°02'
140	6	137	0°48'	0,438	0,782	1,126	1,263	1,470	1,814
	16	132	2°13'	0,587	0,919	1,253	1,387	1,588	1,924
	32	132	4°25'	0,843	1,179	1,517	1,653	1,858	2,202
150	6	147	0°45'	0,464	0,832	1,201	1,349	1,570	1,940
	16	142	2°03'	0,610	0,968	1,326	1,470	1,686	2,047
	32	142	4°06'	0,867	1,228	1,591	1,737	1,957	2,326
160	8	156	0°56'	0,517	0,909	1,300	1,457	1,693	2,086
	16	152	1°55'	0,635	1,018	1,401	1,555	1,786	2,173
	32	152	3°50'	0,892	1,278	1,666	1,822	2,057	2,450
170	8	166	0°53'	0,543	0,959	1,376	1,543	1,794	2,211
	16	162	1°48'	0,661	1,068	1,477	1,640	1,886	2,298
	32	162	3°36'	0,917	1,328	1,741	1,907	2,157	2,575
180	8	176	0°50'	0,568	1,009	1,451	1,628	1,894	2,336
	20	170	2°09'	0,746	1,174	1,603	1,775	2,034	2,467
	40	170	4°18'	1,068	1,500	1,936	2,111	2,375	2,817
190	8	186	0°47'	0,593	1,059	1,525	1,712	1,993	2,461
	20	180	2°02'	0,771	1,224	1,678	1,861	2,135	2,593
	40	180	4°03'	1,091	1,548	2,009	2,194	2,472	2,939
200	10	195	0°56'	0,647	1,136	1,625	1,821	2,116	2,607
	20	190	1°55'	0,794	1,272	1,752	1,944	2,233	2,716
	40	190	3°50'	1,115	1,597	2,082	2,277	2,571	3,063

Окончание табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16^\circ 42'$	$\rho = 19^\circ 17'$	$\rho = 21^\circ 48'$	$\rho = 24^\circ 14'$	$\rho = 26^\circ 34'$
140	6	137	0°48'	2,160	2,505	2,852	3,198	3,545
	16	132	2°13'	2,262	2,601	2,941	3,283	3,626
	32	132	4°25'	2,549	2,898	3,250	3,605	3,963
150	6	147	0°45'	2,310	2,681	3,052	3,424	3,796
	16	142	2°03'	2,410	2,774	3,139	3,506	3,873
	32	142	4°06'	2,697	3,071	3,448	3,827	4,210
160	8	156	0°56'	2,479	2,873	3,268	3,664	4,060
	16	152	1°55'	2,560	2,949	3,339	3,731	4,123
	32	152	3°50'	2,846	3,245	3,647	4,051	4,459
170	8	166	0°53'	2,630	3,049	3,469	3,890	4,311
	16	162	1°48'	2,710	3,124	3,539	3,955	4,373
	32	162	3°36'	2,996	3,420	3,846	4,276	4,708
180	8	176	0°50'	2,780	3,224	3,669	4,115	4,561
	20	170	2°09'	2,902	3,338	3,776	4,215	4,657
	40	170	4°18'	3,263	3,712	4,164	4,620	5,080
190	8	186	0°47'	2,929	3,398	3,868	4,339	4,810
	20	180	2°02'	3,052	3,513	3,976	4,440	4,907
	40	180	4°03'	3,410	3,883	4,361	4,841	5,326
200	10	195	0°56'	3,099	3,592	4,085	4,580	5,075
	20	190	1°55'	3,200	3,686	4,174	4,663	5,154
	40	190	3°50'	3,558	4,057	4,559	5,064	5,573

Таблица Б.12 – Условные плечи крутящего момента в трапецидальной резьбе  
шпинделя в начале открытия  $L'_p$

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3^\circ 43'$	$\rho' = 7^\circ 24'$	$\rho' = 11^\circ 02'$	$\rho' = 12^\circ 28'$	$\rho' = 14^\circ 34'$	$\rho' = 18^\circ 00'$
10	2	9	$4^\circ 03'$	-	0,026	0,055	0,067	0,084	0,112
	3	8,5	$6^\circ 25'$	-	0,007	0,034	0,045	0,061	0,087
	6	8,5	$12^\circ 42'$	-	-	-	-	0,014	0,039
12	2	11	$3^\circ 19'$	0,004	0,039	0,075	0,089	0,109	0,144
	3	10,5	$5^\circ 12'$	-	0,020	0,054	0,067	0,087	0,119
	6	10,5	$10^\circ 19'$	-	-	0,007	0,020	0,039	0,071
14	2	13	$2^\circ 48'$	0,010	0,052	0,094	0,111	0,135	0,177
	3	12,5	$4^\circ 22'$	-	0,033	0,073	0,089	0,113	0,152
	6	12,5	$8^\circ 42'$	-	-	0,025	0,041	0,064	0,102
16	2	15	$2^\circ 26'$	0,017	0,065	0,113	0,133	0,161	0,209
	4	14	$5^\circ 12'$	-	0,027	0,072	0,089	0,116	0,159
	8	14	$10^\circ 19'$	-	-	0,009	0,026	0,052	0,094
18	2	17	$2^\circ 09'$	0,023	0,078	0,133	0,155	0,187	0,241
	4	16	$4^\circ 32'$	-	0,040	0,091	0,111	0,142	0,192
	8	16	$9^\circ 03'$	-	-	0,028	0,048	0,077	0,126
20	2	19	$1^\circ 55'$	0,030	0,091	0,152	0,177	0,213	0,274
	4	18	$4^\circ 03'$	-	0,053	0,110	0,133	0,167	0,224
	8	18	$8^\circ 03'$	-	-	0,047	0,069	0,103	0,158
22	2	21	$1^\circ 45'$	0,036	0,104	0,172	0,199	0,239	0,306
	5	19,5	$4^\circ 39'$	-	0,047	0,109	0,134	0,171	0,231
	10	19,5	$9^\circ 15'$	-	-	0,030	0,055	0,091	0,150

ГОСТ Р ИСО 9001-2008

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21^\circ 18'$	$\rho' = 24^\circ 28'$	$\rho' = 27^\circ 29'$	$\rho' = 30^\circ 20'$	$\rho' = 33^\circ 1'$
10	2	9	4°03'	0,140	0,167	0,195	0,222	0,249
	3	8,5	6°25'	0,113	0,138	0,164	0,188	0,213
	6	8,5	12°42'	0,064	0,089	0,112	0,135	0,157
12	2	11	3°19'	0,179	0,213	0,247	0,280	0,314
	3	10,5	5°12'	0,152	0,183	0,215	0,246	0,277
	6	10,5	10°19'	0,102	0,132	0,162	0,191	0,220
14	2	13	2°48'	0,218	0,258	0,299	0,339	0,379
	3	12,5	4°22'	0,190	0,229	0,267	0,304	0,342
	6	12,5	8°42'	0,140	0,176	0,212	0,248	0,283
16	2	15	2°26'	0,256	0,304	0,350	0,397	0,443
	4	14	5°12'	0,202	0,245	0,287	0,328	0,369
	8	14	10°19'	0,136	0,176	0,216	0,255	0,293
18	2	17	2°09'	0,295	0,349	0,402	0,455	0,508
	4	16	4°32'	0,241	0,290	0,339	0,387	0,434
	8	16	9°03'	0,174	0,221	0,267	0,312	0,356
20	2	19	1°55'	0,334	0,394	0,454	0,514	0,573
	4	18	4°03'	0,280	0,335	0,390	0,444	0,498
	8	18	8°03'	0,212	0,265	0,317	0,369	0,419
22	2	21	1°45'	0,373	0,440	0,506	0,572	0,638
	5	19,5	4°39'	0,292	0,351	0,410	0,469	0,527
	10	19,5	9°15'	0,208	0,265	0,321	0,376	0,429

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,065	μ' = 0,130	μ' = 0,195	μ' = 0,221	μ' = 0,260	μ' = 0,325
ММ	ММ	ММ	град	ρ' = 3°43'	ρ' = 7°24'	ρ' = 11°02'	ρ' = 12°28'	ρ' = 14°34'	ρ' = 18°00'
24	2	23	1°35'	0,043	0,117	0,191	0,221	0,265	0,339
	5	21,5	4°14'	-	0,060	0,128	0,155	0,196	0,263
	10	21,5	8°25'	-	-	0,049	0,076	0,116	0,182
26	2	25	1°28'	0,049	0,130	0,211	0,243	0,291	0,371
	5	23,5	3°53'	-	0,072	0,147	0,177	0,222	0,296
	10	23,5	7°42'	-	-	0,068	0,098	0,142	0,214
28	2	27	1°21'	0,056	0,143	0,230	0,265	0,317	0,404
	5	25,5	3°34'	0,003	0,086	0,167	0,200	0,248	0,328
	10	25,5	7°07'	-	0,006	0,087	0,119	0,167	0,245
30	3	28,5	1°55'	0,045	0,137	0,229	0,265	0,320	0,411
	6	27	4°02'	-	0,080	0,166	0,200	0,251	0,336
	12	27	8°03'	-	-	0,070	0,104	0,154	0,237
32	3	30,5	1°48'	0,051	0,150	0,248	0,287	0,346	0,443
	6	29	3°46'	-	0,092	0,185	0,222	0,277	0,368
	12	29	7°30'	-	-	0,090	0,126	0,180	0,269
34	3	32,5	1°41'	0,058	0,163	0,268	0,309	0,372	0,476
	6	31	3°31'	0,005	0,105	0,205	0,244	0,303	0,400
	12	31	7°00'	-	0,011	0,109	0,148	0,206	0,301
36	3	34,5	1°36'	0,064	0,175	0,287	0,331	0,397	0,508
	6	33	3°19'	0,012	0,118	0,224	0,266	0,328	0,432
	12	33	6°36'	-	0,023	0,128	0,169	0,231	0,333

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,390	μ' = 0,455	μ' = 0,520	μ' = 0,585	μ' = 0,650
мм	мм	мм	град	ρ' = 21°18'	ρ' = 24°28'	ρ' = 27°29'	ρ' = 30°20'	ρ' = 33°1'
24	2	23	1°35'	0,412	0,485	0,558	0,631	0,703
	5	21,5	4°14'	0,330	0,396	0,462	0,527	0,591
	10	21,5	8°25'	0,246	0,309	0,371	0,432	0,492
26	2	25	1°28'	0,451	0,531	0,610	0,689	0,768
	5	23,5	3°53'	0,369	0,441	0,513	0,584	0,655
	10	23,5	7°42'	0,284	0,354	0,422	0,490	0,556
28	2	27	1°21'	0,490	0,576	0,662	0,748	0,833
	5	25,5	3°34'	0,408	0,487	0,565	0,643	0,720
	10	25,5	7°07'	0,322	0,398	0,473	0,547	0,619
30	3	28,5	1°55'	0,502	0,592	0,681	0,771	0,860
	6	27	4°02'	0,420	0,503	0,585	0,667	0,748
	12	27	8°03'	0,318	0,398	0,476	0,553	0,629
32	3	30,5	1°48'	0,540	0,637	0,733	0,829	0,924
	6	29	3°46'	0,458	0,548	0,637	0,725	0,812
	12	29	7°30'	0,356	0,442	0,527	0,610	0,692
34	3	32,5	1°41'	0,579	0,682	0,785	0,888	0,990
	6	31	3°31'	0,497	0,593	0,689	0,783	0,877
	12	31	7°00'	0,395	0,488	0,579	0,668	0,757
36	3	34,5	1°36'	0,618	0,727	0,837	0,945	1,054
	6	33	3°19'	0,536	0,638	0,740	0,841	0,941
	12	33	6°36'	0,433	0,532	0,629	0,725	0,820

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,065	μ' = 0,130	μ' = 0,195	μ' = 0,221	μ' = 0,260	μ' = 0,325
мм	мм	мм	град	ρ' = 3°43'	ρ' = 7°24'	ρ' = 11°02'	ρ' = 12°28'	ρ' = 14°34'	ρ' = 18°00'
38	3	36,5	1°30'	0,071	0,189	0,307	0,353	0,424	0,541
	6	35	3°07'	0,018	0,131	0,243	0,288	0,355	0,465
	12	35	6°14'	-	0,036	0,147	0,191	0,257	0,365
40	3	38,5	1°25'	0,077	0,202	0,326	0,376	0,450	0,573
	6	37	2°57'	0,025	0,144	0,263	0,310	0,381	0,498
	12	37	5°54'	-	0,049	0,166	0,213	0,282	0,397
42	3	40,5	1°21'	0,084	0,215	0,346	0,398	0,476	0,606
	6	39	2°48'	0,031	0,157	0,282	0,332	0,406	0,530
	12	39	5°36'	-	0,062	0,186	0,235	0,308	0,429
44	3	42,5	1°18'	0,090	0,227	0,365	0,419	0,501	0,638
	8	40	3°38'	0,003	0,132	0,260	0,311	0,387	0,512
	16	40	7°16'	-	0,005	0,132	0,182	0,256	0,379
46	3	44,5	1°14'	0,097	0,241	0,384	0,442	0,528	0,671
	8	42	3°28'	0,009	0,145	0,279	0,332	0,412	0,545
	16	42	6°56'	-	0,017	0,151	0,203	0,282	0,411
48	3	46,5	1°11'	0,103	0,254	0,404	0,464	0,554	0,703
	8	44	3°19'	0,015	0,157	0,298	0,354	0,438	0,577
	16	44	6°37'	-	0,030	0,170	0,225	0,308	0,443
50	3	48,5	1°08'	0,110	0,267	0,423	0,486	0,580	0,735
	8	46	3°10'	0,022	0,171	0,318	0,376	0,464	0,609
	16	46	6°20'	-	0,043	0,189	0,247	0,333	0,475

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,390	μ' = 0,455	μ' = 0,520	μ' = 0,585	μ' = 0,650
мм	мм	мм	град	ρ' = 21°18'	ρ' = 24°28'	ρ' = 27°29'	ρ' = 30°20'	ρ' = 33°1'
38	3	36,5	1°30'	0,657	0,773	0,889	1,004	1,119
	6	35	3°07'	0,575	0,684	0,792	0,900	1,007
	12	35	6°14'	0,471	0,576	0,680	0,783	0,884
40	3	38,5	1°25'	0,696	0,819	0,941	1,063	1,185
	6	37	2°57'	0,614	0,729	0,844	0,958	1,071
	12	37	5°54'	0,510	0,621	0,732	0,840	0,948
42	3	40,5	1°21'	0,735	0,864	0,993	1,121	1,249
	6	39	2°48'	0,653	0,775	0,896	1,016	1,136015
	12	39	5°36'	0,548	0,666	0,783	0,898	1,012
44	3	42,5	1°18'	0,774	0,909	1,044	1,179	1,314
	8	40	3°38'	0,637	0,761	0,884	1,006	1,127
	16	40	7°16'	0,500	0,619	0,736	0,851	0,965
46	3	44,5	1°14'	0,813	0,955	1,097	1,238	1,379
	8	42	3°28'	0,676	0,806	0,935	1,064	1,191
	16	42	6°56'	0,538	0,663	0,787	0,909	1,028
48	3	46,5	1°11'	0,852	1,000	1,149	1,296	1,444
	8	44	3°19'	0,714	0,851	0,987	1,121	1,255
	16	44	6°37'	0,577	0,708	0,838	0,966	1,092
50	3	48,5	1°08'	0,891	1,046	1,201	1,355	1,509
	8	46	3°10'	0,753	0,897	1,039	1,180	1,320
	16	46	6°20'	0,615	0,753	0,889	1,024	1,156

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,065	μ' = 0,130	μ' = 0,195	μ' = 0,221	μ' = 0,260	μ' = 0,325
мм	мм	мм	град	ρ' = 3°43'	ρ' = 7°24'	ρ' = 11°02'	ρ' = 12°28'	ρ' = 14°34'	ρ' = 18°00'
52	3	50,5	1°05'	0,116	0,280	0,443	0,508	0,606	0,768
	8	48	3°02'	0,029	0,184	0,337	0,399	0,490	0,642
	16	48	6°04'	-	0,056	0,209	0,269	0,359	0,507
55	3	53,5	1°01'	0,126	0,300	0,473	0,542	0,645	0,817
	8	51	2°51'	0,039	0,203	0,367	0,432	0,529	0,691
	16	51	5°43'	-	0,075	0,237	0,302	0,397	0,555
60	3	58,5	0°56'	0,142	0,332	0,521	0,597	0,710	0,898
	8	56	2°36'	0,055	0,235	0,415	0,487	0,594	0,771
	16	56	5°12'	-	0,108	0,286	0,357	0,462	0,636
65	4	63	1°10'	0,140	0,344	0,548	0,629	0,751	0,953
	10	60	3°02'	0,036	0,229	0,422	0,498	0,613	0,802
	20	60	6°04'	-	0,070	0,261	0,336	0,449	0,634
70	4	68	1°04'	0,158	0,378	0,598	0,685	0,817	1,035
	10	65	2°48'	0,052	0,262	0,470	0,553	0,677	0,883
	20	65	5°36'	-	0,103	0,309	0,391	0,513	0,715
75	4	73	1°00'	0,173	0,410	0,646	0,740	0,881	1,116
	10	70	2°36'	0,068	0,294	0,519	0,608	0,742	0,964
	20	70	5°12'	-	0,135	0,358	0,446	0,578	0,795
80	4	78	0°56'	0,190	0,443	0,695	0,796	0,946	1,198
	10	75	2°26'	0,084	0,326	0,567	0,663	0,807	1,045
	20	75	4°52'	-	0,166	0,405	0,500	0,642	0,875

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L_p' = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21^\circ 18'$	$\rho' = 24^\circ 28'$	$\rho' = 27^\circ 29'$	$\rho' = 30^\circ 20'$	$\rho' = 33^\circ 1'$
52	3	50,5	1°05'	0,930	1,092	1,253	1,414	1,574
	8	48	3°02'	0,792	0,942	1,091	1,238	1,385
	16	48	6°04'	0,654	0,798	0,941	1,082	1,221
55	3	53,5	1°01'	0,989	1,160	1,331	1,502	1,672
	8	51	2°51'	0,851	1,010	1,169	1,326	1,483
	16	51	5°43'	0,711	0,866	1,018	1,168	1,317
60	3	58,5	0°56'	1,086	1,274	1,461	1,648	1,834
	8	56	2°36'	0,948	1,124	1,298	1,472	1,644
	16	56	5°12'	0,808	0,979	1,147	1,313	1,478
65	4	63	1°10'	1,155	1,357	1,557	1,758	1,957
	10	60	3°02'	0,991	1,178	1,363	1,548	1,731
	20	60	6°04'	0,817	0,998	1,176	1,352	1,526
70	4	68	1°04'	1,254	1,471	1,688	1,905	2,121
	10	65	2°48'	1,088	1,291	1,493	1,694	1,893
	20	65	5°36'	0,914	1,111	1,305	1,497	1,686
75	4	73	1°00'	1,351	1,584	1,818	2,051	2,283
	10	70	2°36'	1,185	1,405	1,623	1,840	2,055
	20	70	5°12'	1,011	1,223	1,434	1,642	1,847
80	4	78	0°56'	1,448	1,698	1,948	2,197	2,446
	10	75	2°26'	1,282	1,518	1,752	1,985	2,217
	20	75	4°52'	1,106	1,335	1,562	1,786	2,007

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	P <sub>h</sub>	d <sub>2</sub>	α	μ' = 0,065	μ' = 0,130	μ' = 0,195	μ' = 0,221	μ' = 0,260	μ' = 0,325
мм	мм	мм	град	ρ' = 3°43'	ρ' = 7°24'	ρ' = 11°02'	ρ' = 12°28'	ρ' = 14°34'	ρ' = 18°00'
85	5	82,5	1°06'	0,189	0,456	0,722	0,829	0,988	1,254
	12	79	2°46'	0,066	0,321	0,574	0,675	0,826	1,076
	24	79	5°32'	-	0,129	0,380	0,480	0,629	0,874
90	5	87,5	1°03'	0,204	0,487	0,770	0,883	1,052	1,334
	12	84	2°36'	0,082	0,353	0,623	0,730	0,891	1,157
	24	84	5°12'	-	0,162	0,429	0,535	0,693	0,955
95	5	92,5	0°59'	0,221	0,521	0,820	0,939	1,118	1,416
	12	89	2°27'	0,099	0,386	0,672	0,786	0,956	1,239
	24	89	4°55'	-	0,194	0,477	0,589	0,757	1,035
100	5	97,5	0°56'	0,237	0,553	0,868	0,994	1,183	1,497
	12	94	2°20'	0,114	0,417	0,719	0,840	1,020	1,319
	24	94	4°39'	-	0,226	0,526	0,645	0,822	1,116
110	5	107,5	0°51'	0,269	0,618	0,966	1,105	1,313	1,659
	12	104	2°06'	0,147	0,483	0,817	0,951	1,150	1,482
	24	104	4°12'	-	0,291	0,623	0,755	0,952	1,278
120	6	117	0°56'	0,285	0,664	1,042	1,193	1,420	1,796
	16	112	2°36'	0,109	0,471	0,830	0,974	1,188	1,543
	32	112	5°12'	-	0,216	0,572	0,714	0,924	1,273
130	6	127	0°52'	0,316	0,728	1,139	1,303	1,549	1,958
	16	122	2°24'	0,140	0,534	0,926	1,082	1,316	1,704
	32	122	4°46'	-	0,281	0,670	0,824	1,054	1,435

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21^\circ 18'$	$\rho' = 24^\circ 28'$	$\rho' = 27^\circ 29'$	$\rho' = 30^\circ 20'$	$\rho' = 33^\circ 1'$
85	5	82,5	1°06'	1,518	1,782	2,045	2,308	2,570
	12	79	2°46'	1,325	1,572	1,817	2,062	2,304
	24	79	5°32'	1,116	1,355	1,591	1,825	2,055
90	5	87,5	1°03'	1,615	1,895	2,174	2,453	2,731
	12	84	2°36'	1,422	1,685	1,947	2,208	2,466
	24	84	5°12'	1,213	1,468	1,720	1,970	2,217
95	5	92,5	0°59'	1,713	2,009	2,305	2,600	2,895
	12	89	2°27'	1,520	1,799	2,077	2,354	2,629
	24	89	4°55'	1,309	1,580	1,849	2,114	2,377
100	5	97,5	0°56'	1,810	2,123	2,435	2,746	3,057
	12	94	2°20'	1,616	1,912	2,206	2,498	2,790
	24	94	4°39'	1,406	1,694	1,978	2,260	2,539
110	5	107,5	0°51'	2,005	2,350	2,694	3,038	3,381
	12	104	2°06'	1,811	2,140	2,466	2,791	3,115
	24	104	4°12'	1,600	1,920	2,237	2,551	2,862
120	6	117	0°56'	2,172	2,548	2,922	3,296	3,668
	16	112	2°36'	1,896	2,247	2,596	2,944	3,289
	32	112	5°12'	1,617	1,957	2,294	2,627	2,956
130	6	127	0°52'	2,366	2,774	3,181	3,587	3,992
	16	122	2°24'	2,089	2,473	2,854	3,234	3,611
	32	122	4°46'	1,811	2,184	2,553	2,918	3,279

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см					
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3^\circ 43'$	$\rho' = 7^\circ 24'$	$\rho' = 11^\circ 02'$	$\rho' = 12^\circ 28'$	$\rho' = 14^\circ 34'$	$\rho' = 18^\circ 00'$
140	6	137	$0^\circ 48'$	0,349	0,793	1,237	1,414	1,679	2,121
	16	132	$2^\circ 13'$	0,173	0,600	1,024	1,193	1,446	1,866
	32	132	$4^\circ 25'$	-	0,345	0,766	0,933	1,182	1,595
150	6	147	$0^\circ 45'$	0,381	0,858	1,334	1,524	1,809	2,283
	16	142	$2^\circ 03'$	0,207	0,666	1,123	1,305	1,577	2,030
	32	142	$4^\circ 06'$	-	0,410	0,863	1,044	1,313	1,758
160	8	156	$0^\circ 56'$	0,380	0,885	1,390	1,591	1,893	2,395
	16	152	$1^\circ 55'$	0,239	0,730	1,220	1,415	1,707	2,192
	32	152	$3^\circ 50'$	-	0,475	0,960	1,153	1,442	1,919
170	8	166	$0^\circ 53'$	0,411	0,949	1,486	1,701	2,022	2,557
	16	162	$1^\circ 48'$	0,271	0,795	1,317	1,525	1,836	2,354
	32	162	$3^\circ 36'$	0,017	0,539	1,057	1,263	1,571	2,080
180	8	176	$0^\circ 50'$	0,444	1,014	1,584	1,811	2,152	2,719
	20	170	$2^\circ 09'$	0,233	0,782	1,329	1,547	1,873	2,414
	40	170	$4^\circ 18'$	-	0,461	1,004	1,219	1,541	2,073
190	8	186	$0^\circ 47'$	0,477	1,080	1,682	1,922	2,283	2,883
	20	180	$2^\circ 02'$	0,265	0,847	1,426	1,656	2,002	2,576
	40	180	$4^\circ 03'$	-	0,528	1,103	1,331	1,672	2,236
200	10	195	$0^\circ 56'$	0,474	1,106	1,737	1,989	2,366	2,994
	20	190	$1^\circ 55'$	0,299	0,913	1,525	1,769	2,134	2,740
	40	190	$3^\circ 50'$	-	0,593	1,200	1,442	1,802	2,399

## Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\rho' - \alpha)$ , см				
	$P_h$	$d_2$	$\alpha$	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	град	$\rho' = 21^\circ 18'$	$\rho' = 24^\circ 28'$	$\rho' = 27^\circ 29'$	$\rho' = 30^\circ 20'$	$\rho' = 33^\circ 1'$	
140	6	137	0°48'	2,562	3,002	3,441	3,880	4,318
	16	132	2°13'	2,284	2,700	3,114	3,526	3,936
	32	132	4°25'	2,004	2,409	2,809	3,206	3,600
150	6	147	0°45'	2,756	3,229	3,701	4,172	4,642
	16	142	2°03'	2,480	2,929	3,375	3,819	4,262
	32	142	4°06'	2,199	2,636	3,069	3,498	3,923
160	8	156	0°56'	2,897	3,397	3,896	4,394	4,891
	16	152	1°55'	2,675	3,156	3,634	4,111	4,586
	32	152	3°50'	2,392	2,862	3,327	3,788	4,246
170	8	166	0°53'	3,090	3,623	4,155	4,685	5,215
	16	162	1°48'	2,869	3,383	3,894	4,403	4,910
	32	162	3°36'	2,586	3,088	3,585	4,079	4,569
180	8	176	0°50'	3,285	3,851	4,415	4,978	5,540
	20	170	2°09'	2,953	3,489	4,022	4,553	5,082
	40	170	4°18'	2,600	3,122	3,639	4,151	4,658
190	8	186	0°47'	3,481	4,079	4,676	5,271	5,866
	20	180	2°02'	3,147	3,715	4,281	4,845	5,406
	40	180	4°03'	2,796	3,350	3,899	4,444	4,983
200	10	195	0°56'	3,621	4,246	4,870	5,493	6,114
	20	190	1°55'	3,343	3,945	4,543	5,139	5,732
	40	190	3°50'	2,990	3,577	4,159	4,735	5,307

**Приложение В  
(рекомендуемое)**

**Пример расчета**

**Силовой расчет клиновой задвижки с выдвижным шпинделем  
(тип I по СТ ЦКБА 002-2003),  
выполненный по черт. Л11113, DN 700, PN 75**

**B.1 Задача расчета.**

Задачей расчета является определение усилий и моментов, необходимых для управления задвижкой, и проверка условий прочности уплотнения и подшипника.

Схема основных расчетных узлов задвижки приведена на рисунке B.1.

**B.1.1 Определяются следующие основные величины:**

- Q и Q' - наибольшие усилия вдоль шпинделя при закрытии и открытии;
- Q<sub>m</sub> и Q'<sub>m</sub> - необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии;
- Q<sub>om</sub> - максимальное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху;
- q<sub>um</sub> - максимальное удельное давление в уплотнении;
- M и M' - наибольшие крутящие моменты на шпинделе (на резьбовой втулке) при закрытии и открытии.

**B.1.2 Условие прочности уплотнения:**

$$q_{um} \leq [q_u],$$

где [q<sub>u</sub>] – предельно допустимое удельное давление в уплотнении.

**B.1.3 Условие прочности подшипника:**

$$n_2 \geq 1,0,$$

где n<sub>2</sub> – коэффициент запаса прочности подшипника.

**B.2 Исходные данные:**

тип задвижки;

принятый тип затвора;

вид привода;

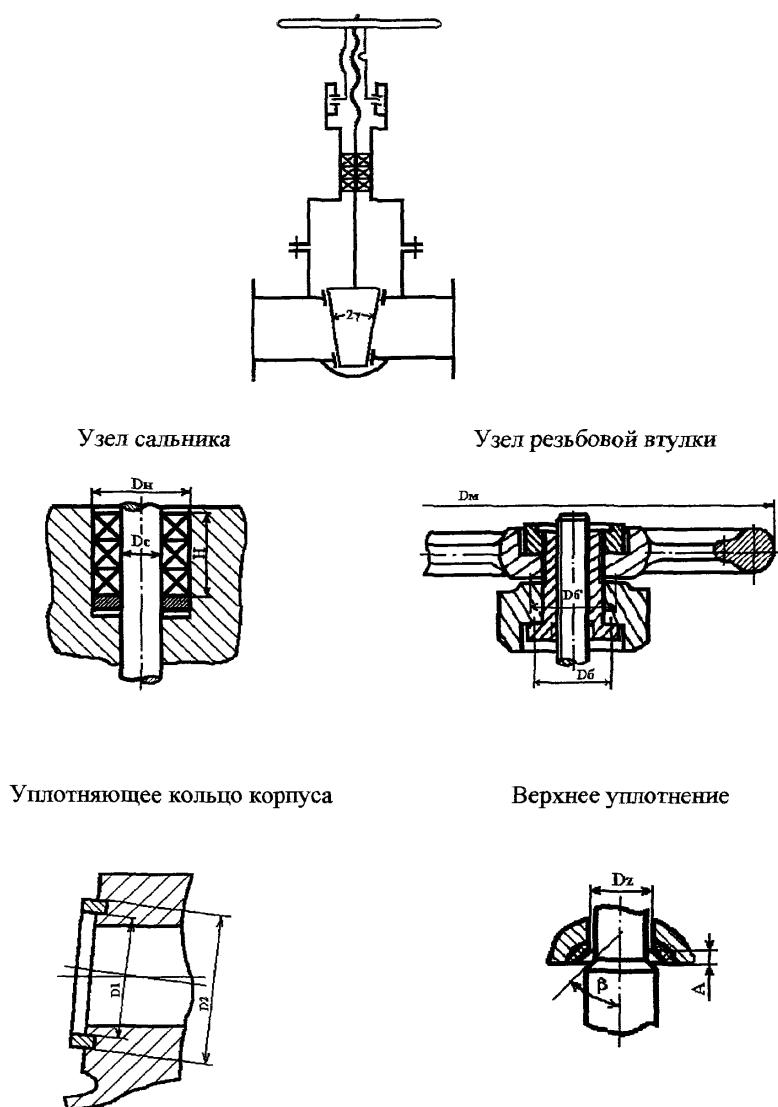


Рисунок В.1 – Схемы задвижки и ее расчетных узлов

26.11.2003 Ред. 04 от 09.2003

среды;

материал уплотняющих колец, шпинделя, резьбовой втулки, опор бурта;

$P$  - расчетное давление среды;

$\Delta P$  - перепад давления, при котором производится закрытие или открытие;

$Q_g$  - вес перемещающихся деталей;

$Q_{ст}$  - допустимая статическая нагрузка на подшипник;

$D_b$  и  $D_b'$  - средние диаметры бурта при закрытии и открытии (рисунок В.1);

$D_m$ ,  $D_h$ ,  $D_c$  и  $H$  – геометрические размеры (рисунок В.1);

$D_1$  и  $D_2$  - внутренний и наружный диаметры уплотнения затвора (рисунок В.1);

$d \times P_h$  - наружный диаметр и ход резьбы шпинделя (для однозаходной резьбы ход равен шагу);

$d_2$  - средний диаметр резьбы шпинделя;

$\gamma$  - половина угла клина.

### В.3 Входящие величины:

$Q_{расч}$  - расчетное усилие вдоль шпинделя, необходимое для перемещения запорного органа;

$Q_{ср}$  - усилие от давления среды;

$Q_y$  и  $Q_{yo}$  - усилия, необходимые для уплотнения затвора при давлении  $\Delta P$  и  $\Delta P \rightarrow 0$ ;

$Q_{ум}$  - максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху;

$Q_{шп}$  - усилие, выталкивающее шпиндель;

$Q_1$  и  $Q_1'$  - усилия, необходимые для перемещения запорного органа при закрытии и открытии;

$Q_{1M}$  - максимальное усилие перемещения запорного органа при расчете сверху;

$q$  - удельное давление в уплотнении от давления среды;

$q_y$  и  $q_{yo}$  - необходимые удельные давления в уплотнении при перепаде давления  $\Delta P$  и при  $\Delta P \rightarrow 0$ ;

$R$  - максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху при закрытии без среды;

- T<sub>c</sub> - сила трения в сальнике;
- M<sub>b</sub>, M<sub>b1</sub> и M<sub>b2</sub> – крутящие моменты от сил трения в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;
- M<sub>kr</sub> - максимальный крутящий момент, развиваемый электроприводом;
- M<sub>p</sub>, M<sub>p1</sub> и M<sub>p2</sub> – крутящие моменты от сил трения в резьбе при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;
- M<sub>расч</sub> - расчетный крутящий момент на шпинделе;
- M<sub>1</sub> и M<sub>2</sub> - наибольшие крутящие моменты на шпинделе (на резьбовой втулке) в начале открытия и в начале подъема запорного органа;
- m - эмпирический коэффициент, учитывающий вид среды;
- n - коэффициент запаса по необходимому крутящему моменту на электроприводе, зависящий от среды, жесткости конструкции, условий эксплуатации;
- B - ширина уплотнения;
- c и k - эмпирические коэффициенты, зависящие от материала уплотняющих колец;
- D<sub>cp</sub> - средний диаметр уплотнения;
- F - площадь действия давления среды;
- F<sub>y</sub> - площадь уплотнения;
- K<sub>ср</sub>, K<sub>у</sub>, K<sub>уо</sub>, K<sub>ср'</sub>, K<sub>у'</sub>, K<sub>уо'</sub> – вспомогательные коэффициенты для расчета усилий, необходимых для перемещения запорного органа;
- L<sub>b</sub>, L<sub>b1</sub>, L<sub>b2</sub> - условные плечи крутящего момента в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;
- L<sub>p</sub> и L<sub>p'</sub> - условные плечи крутящего момента в резьбе при закрытии и в начале открытия;
- S - ширина сальниковой набивки;
- X - коэффициент, учитывающий трение в шпонке или в другой детали, не допускающей вращения шпинделя;

- $\mu$  и  $\mu'$  - коэффициенты трения движения и покоя в резьбе;
- $\mu_{mid}$  - среднее значение коэффициента трения движения в резьбе (при расчете сверху);
- $\mu_b$  и  $\mu'_b$  - коэффициенты трения движения и покоя в бурте;
- $\mu_k$  и  $\mu'_k$  - коэффициенты трения движения и покоя в уплотняющих кольцах затвора;
- $\rho_k$ ,  $\rho'_k$ ,  $\rho_N$  - углы трения;
- $\phi$  и  $\psi$  - эмпирические коэффициенты, зависящие от отношения Н/С в сальниковом уплотнении.

В.4 Значения эмпирических коэффициентов  $m$ ,  $c$  и  $k$ , коэффициентов  $K_{Cp}$ ,  $K_{Cp}'$ ,  $K_U$ ,  $K_U'$ ,  $K_{Uo}$  и  $K_{Uo}'$  и коэффициента  $n$  приняты по СТ ЦКБА 002-2003. Условные плечи крутящего момента в резьбе  $L_p$ ,  $L_p'$  и в бурте  $L_b$ ,  $L_b'$  рассчитаны по формулам, приведенным в том же документе.

В.5 Значения коэффициентов трения в уплотняющих кольцах затвора  $\mu_k$ ,  $\mu'_k$ , в резьбе  $\mu$  и  $\mu'$  и бурте  $\mu_b$  и  $\mu'_b$  приняты по СТ ЦКБА 057;

В.6 Значение предельно допустимого удельного давления  $[q_n]$  принято по СТ ЦКБА 068.

В.7 Расчет выполнен в соответствии с СТ ЦКБА 002-2003.

В.8 Исходные данные , алгоритм и результаты расчета приведены в таблице В.1

(Измененная редакция, Изм. 1)

Таблица В.1 - Силовой расчет задвижки

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Исходные данные		
Условный проход	мм	700
Тип задвижки	—	1
Тип затвора	—	A
Вид привода	—	Электропривод
P	МПа	7,5
$\Delta P$	МПа	2,5
Среда	—	Керосин
Материал уплотняющего кольца	—	ПР ВЗК
$\gamma$	град	5
D <sub>1</sub>	мм	714
D <sub>2</sub>	мм	776
Q <sub>g</sub>	Н	4000
d x P <sub>h</sub>	мм	100 x 20
d <sub>2</sub>	мм	90
D <sub>б</sub>	мм	192,5
D <sub>б'</sub>	мм	192,5
D <sub>м</sub>	мм	200
D <sub>н</sub>	мм	130
D <sub>с</sub>	мм	100
H	мм	36

## Продолжение таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
<b>Усилие от давления среды, усилие уплотнения</b>		
m	—	2
c	—	35
k	—	1
Dcp = 0,5(D <sub>1</sub> + D <sub>2</sub> )	ММ	745
F = 0,25 π • Dcp <sup>2</sup>	ММ <sup>2</sup>	435694,63
B = 0,5(D <sub>1</sub> - D <sub>2</sub> )	ММ	31
Fy = π•Dcp•B	ММ <sup>2</sup>	72555,08
Qcp = ΔP•F	Н	1089236,56
q = Qcp/Fy	МПа	15,01
q <sub>y</sub> = 0,316m•(c + 10 k•ΔP) / √B	МПа	6,81
Qy = π•q <sub>y</sub> • Dcp • B	Н	494146,04
<b>Усилия, необходимые для перемещения запорного органа</b>		
Kcp	—	0,225
Ky	—	0
Kcp'	—	0,31
Ky'	—	0
Q <sub>1</sub> = Kcp•Qcp + Ky•Qy - Qg	Н	241078,23
Q <sub>1</sub> ' = Kcp'•Qcp + Ky'•Qy + Qg	Н	341663,33
<b>Сила трения в сальнике</b>		
Материал набивки	—	ФУМ
Dc	ММ	100,0
H	ММ	36,0

Чт-2003 Рисунок 04.09.2003

*Продолжение таблицы В.1*

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Рос	МПа	13,25
Кбд	—	0,52
$\mu_c$	—	0,15
$T_c = \pi \cdot D_c \cdot H \cdot \mu_c \cdot P_{os} \cdot K_{bd}$	Н	11688,61
<b>Усилие, выталкивающее шпиндель</b>		
$Q_{шп} = 0,25 \cdot \pi \cdot P \cdot D_c^2$	Н	58904,86
<b>Наибольшие усилия вдоль шпинделя</b>		
$Q = Q_1 + Q_{шп} + T_c$	Н	311671,44
$Q' = Q_1' - Q_{шп} + T_c$	Н	294447,08
<b>Крутящий момент трения в резьбе</b>		
Наличие смазки	—	Присутствует
Смазочный материал	—	Солидол
$\mu$	—	0,17
$\mu'$	—	0,22
$L_p$	мм	10,96
$L_p'$	мм	6,66
$M_p = Q \cdot L_p$	Н·мм	3415918,98
$M_{p1} = Q \cdot L_p'$	Н·мм	2075731,79
$M_{p2} = Q' \cdot L_p$	Н·мм	3227140,00
<b>Крутящий момент трения в бурте</b>		
Наличие смазки	—	Присутствует
Смазочный материал	—	Солидол
Наличие шарикоподшипника	—	Присутствует
$\mu_b$	—	0,01

(Измененная редакция, Поправка № 1)

## Продолжение таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
$\mu_6'$	—	0,01
$L_6 = 0,5 D_6 \cdot \mu_6$	мм	0,96
$L_{61} = 1,3 L_6$	мм	1,25
$L_{62} = 0,5 \cdot D_6' \cdot \mu_6$ (Измененная редакция, Изм. № 3)	мм	0,96
$M_6 = Q \cdot L_6$	Н·мм	299204,58
$M_{61} = Q \cdot L_{61}$	Н·мм	389589,30
$M_{62} = Q' \cdot L_{62}$	Н·мм	282669,20
<b>Наибольший крутящий момент на шпинделе</b>		
$M = M_p + M_6$	Н·мм	3715123,56
$M_1 = M_{p1} + M_{61}$	Н·мм	2465321,09
$M_2 = M_{p2} + M_{62}$	Н·мм	3509809,20
$M' = \max (M_1; M_2)$	Н·мм	3509809,20
<b>Расчетный крутящий момент на шпинделе</b>		
$M_{расч} = \max (M; M')$	Н·мм	3715123,56
<b>Необходимый крутящий момент (усилие) на приводе</b>		
$n$	—	1,1
$M_{кр*} = n \cdot M_{расч}$	Н·мм	4086635,92
<b>Расчет от максимального крутящего момента (усилия), развиваемого приводом (расчет сверху)</b>		
Тип привода	—	Электропривод
№ привода	—	Б099.105-03
$M_{кр}$	Н·мм	6400000
$\mu_{mid}$	—	0,14

(Измененная редакция, Поправка № 1)

## Окончание таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
$L_p$ ( при $\mu_{mid}$ )	мм	10,86
$L_6$	мм	0,96
$Q_{om}=M_{kp}/(L_p+L_6)$	Н	541455,16
$R = Q_{om}/(2\cos \gamma \cdot (\operatorname{tg} \gamma + \mu_k))$	Н	701341,07
$Q_{ym} = R + Q_{cp}$	Н	1790577,63
$q_{ym} = Q_{ym}/F_y$	МПа	24,68
$[q_n]$	МПа	80
Условие прочности $q_{ym} \leq [q_n]$	—	Выполнено

## Оценка прочности подшипника

№ подшипника	—	8148
ГОСТ	—	7872
$Q_{ct}$	Н	840000
$Q_{om}$	Н	541455,16
$n_2 = Q_{ct}/Q_{om}$	—	1,55
Условие прочности $n_2 \geq 1,0$	—	Выполнено

(Измененная редакция, Изм. 1)

## Библиография

[1] Д.Ф. Гуревич. Расчет и конструирование трубопроводной арматуры, М, 1969.

16.11.2003 Гарин А.Н.ИИ

## Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов в докум.	№ документа	Входящ. № сопров. док-та и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулирован.					
1	24-26, 28-30, 32, 62, 67	4, 5	4a	—	70	Изм. 1	Пр. № 52 06.09.11		01.10. 2011
2	27	3, 4, 4a	67a	—	71	Изм. 2	Пр. № 79 25.11.14		01.12. 2014
—	65, 66	—	—	—	71	Попр. 1			01.07. 2016
3	14, 33, 66	4	—	—	71	Изм. 3	Пр. № 35 14.06.17		01.08. 2017

611-д003 Зеев 14.07.14

Генеральный директор  
ЗАО "НПФ "ЦКБА"

В.А.Айриев

Заместитель  
генерального директора  
ЗАО "НПФ "ЦКБА"

В.В.Ширяев

Начальник отдела  
стандартизации 121

С.Н.Дунаевский

Исполнители:

Начальник отдела  
технических расчетов 118

Р.А.Азарашвили

Ведущий инженер-конструктор

Р.В.Сашнина

Инженер-конструктор  
III категории

Т.Е.Новикова

СОГЛАСОВАНО:

Председатель ТК 259

М.И.Власов