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

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

ЦКБА

СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 002-2003

Арматура трубопроводная

ЗАДВИЖКИ

Методика силового расчета

НПФ «ЦКБА»
2017

gost.e-ecolog.ru

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

© АО «НПФ «ЦКБА», 2003

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

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 коэффициенты, используемые в силовом расчете 24

Приложение В (рекомендуемое) Пример расчета 58

Библиография 67а

14.11.2003 Денег 26.11.14

СТАНДАРТ ЦКБА

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

СТАНДАРТ ЦКБА

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[1)] 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

[1)] 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 ΔP, действующего на диск;
- тип Б – герметичность обеспечивается во всем интервале перепадов давлений от 0 до ΔP, действующих на диск.

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

ИИ-2003 Синух-07.04.11

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

$$Qcp = 0{,}25 \cdot \pi \cdot Dcp^2 \cdot \Delta P. \quad (1)$$

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

для затвора типа А $$Qy = q_y \cdot \pi \cdot Dcp \cdot B; \quad (2)$$

для затвора типа Б $$Qyo = q_{yo} \cdot \pi \cdot Dcp \cdot B. \quad (3)$$

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

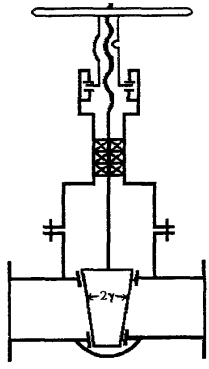
$$q_y = \frac{0{,}316m(c + 10k\Delta P)}{\sqrt{B}}; \quad (4)$$

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

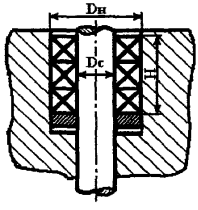
Эмпирические коэффициенты m, c и k принимаются по приложению Б, таблицы Б.1 и Б.2 или по справочным данным.

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.

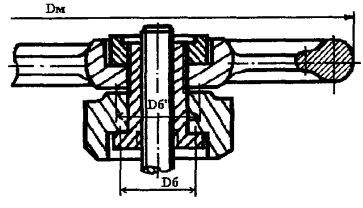
Тип 1



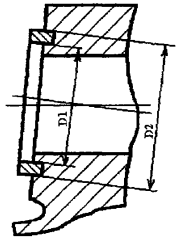
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

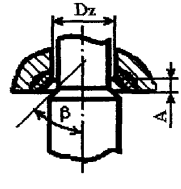
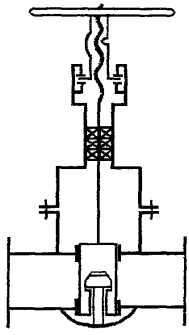
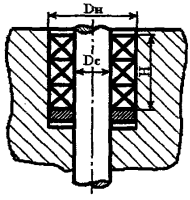


Рисунок 1 – Задвижка клиновая с выдвижным шпинделем

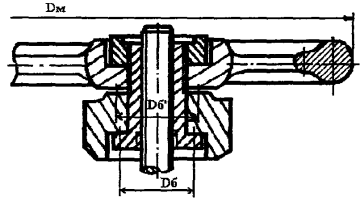
Тип 2



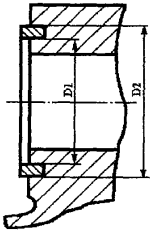
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

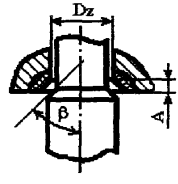
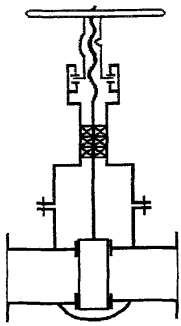


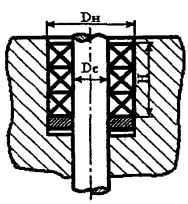
Рисунок 2 – Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем

04.09.2003 Кир

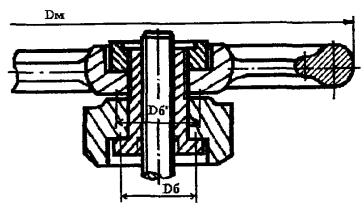
Тип 3



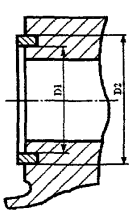
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

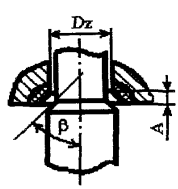
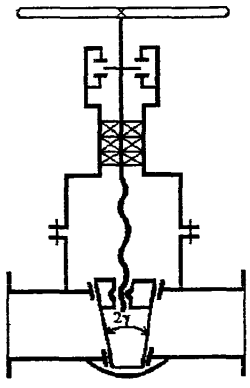


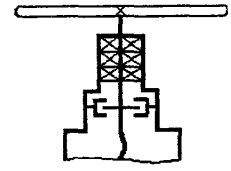
Рисунок 3 – Задвижка шиберная

Ц11-2003 04.09.2003

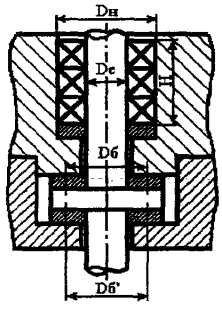
Тип 4

Вариант исполнения





Узел сальника



Уплотняющее кольцо корпуса

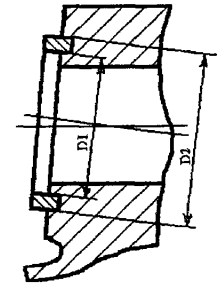
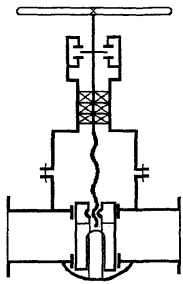


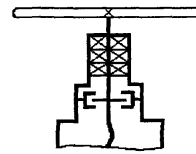
Рисунок 4 – Задвижка клиновая с невыдвижным шпинделем

Ч11-2003 Инв. 04.09.2003

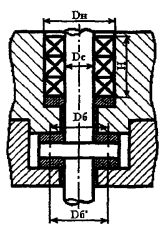
Тип 5

Вариант исполнения





Узел сальника



Уплотняющее кольцо корпуса

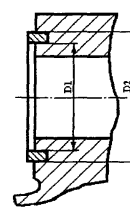


Рисунок 5 – Задвижка параллельная с невыдвижным шпинделем

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

для затвора типа А $$Q_1 = Кср \cdot Qср + Ку \cdot Qу - Qg; \quad (6)$$

$$Q_1' = Кср' \cdot Qср + Ку' \cdot Qу + Qg; \quad (7)$$

для затвора типа Б $$Q_1 = Кср \cdot Qср + Куо \cdot Qуо - Qg; \quad (8)$$

$$Q_1' = Кср' \cdot Qср + Куо' \cdot Qуо + Qg. \quad (9)$$

Коэффициенты Кср, Кср′, Ку, Ку′, Куо, Куо′ определяются по формулам , приведенным в таблице Б.5 приложения Б.

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

$$Q_1 = \mu_k \cdot (2\,Qп + Qср) - Qg; \quad (10)$$

$$Q_1' = \mu_k' \cdot (2\,Qп + Qср) + Qg. \quad (11)$$

Коэффициент μ_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 μ_k могут уточняться по результатам испытаний.

Усилие поджатия Qп определяется по формулам:

для затвора типа А $Qп \geq Qу - Qср$ (при $Qу - Qср < 0$ принимается $Qп = 0$); (12)

для затвора типа Б $Qп \geq Qуо$.

(13)

4.2.5 Сила трения в сальнике

$$Тс = \pi \cdot Dc \cdot H \cdot \mu_c \cdot Рос \cdot Кбд. \quad (14)$$

Величина Рос и коэффициент Кбд принимаются по таблице Б.6 приложения Б, коэффициент μ_c – по таблице Б.7 приложения Б.

При необходимости учета других марок набивки в сальнике и рабочих сред значения величины Рос и коэффициентов Кбд и μ_c могут уточняться по результатам испытаний.

4.2.6 Усилие, выталкивающее шпиндель

$$Qшп = 0{,}25\,\pi \cdot Dc^2 \cdot P. \quad (15)$$

ЦП-2003 04.09.2003

4.2.7 Усилие, необходимое для управления задвижкой при закрытии и открытии:

для задвижек 1, 2 и 3 типов $Q = Q_1 + Q_{шп} + T_c$; (16)

$Q' = Q_1' - Q_{шп} + T_c$; (17)

для задвижек 4 и 5 типов $Q = Q_1 + Q_{шп}$; (18)

$Q' = Q_1' - Q_{шп}$. (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:

для задвижек 1, 2 и 3 типов $M_p = Q \cdot L_p$; (20)

$M_{p1} = Q \cdot L_p'$; (21)

$M_{p2} = Q' \cdot L_p$, (22)

для задвижек 4 и 5 типов $M_p = Q_1 \cdot L_p$; (23)

$M_{p1} = Q_1 \cdot L_p'$; (24)

$M_{p2} = Q_1' \cdot L_p$. (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:

$M_б = Q \cdot L_б$; (26)

Ч 11-2003 04.09.2003

$$Мб_1 = Q \cdot Lб_1; \qquad (27)$$

$$Мб_2 = \mathbf{Q'} \cdot Lб_2. \qquad (28)$$

(Измененная редакция, Изм. № 3)

Условные плечи момента в бурте при закрытии Lб, в начале открытия $Lб_1$ и в начале подъема $Lб_2$ 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:

для задвижек 1, 2 и 3 типов $\quad M = Mp + Mб; \qquad (29)$

$$M_1 = Mp_1 + Mб_1; \qquad (30)$$

$$M_2 = Mp_2 + Mб_2; \qquad (31)$$

для задвижек 4 и 5 типов $\quad Mc = 0{,}5\, Dc \cdot Tc; \qquad (32)$

$$M = Mp + Mб + Mc; \qquad (33)$$

$$M_1 = Mp_1 + Mб_1 + Mc; \qquad (34)$$

$$M_2 = Mp_2 + Mб_2 + Mc; \qquad (35)$$

для задвижек всех типов $\quad M' = \max(M_1; M_2). \qquad (36)$

4.3.4 Расчетный крутящий момент на шпинделе:

$$Mрасч = \max(M; M'). \qquad (37)$$

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

$$Mрасч.дист = \frac{Mрасч}{\chi}; \qquad (38)$$

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

Коэффициент трения μ_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:

$$Mкр^* = \frac{n \cdot Mрасч}{i \cdot \eta}. \qquad (40)$$

Коэффициент n принимается по п.4.8 стандарта, коэффициенты i и η при отсутствии

ВП-2003 Лист 17.07.17

редуктора принимаются равными 1.

В случае дистанционного управления вместо Мрасч принимается Мрасч.дист.

4.4 Необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии:

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

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

Коэффициенты i и η при отсутствии редуктора принимаются равными 1.

4.5 Усилие, по которому подбирается пневмо- или гидропривод:

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

$$Q_o^* = n \cdot Q_{расч}. \qquad (44)$$

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:

$$\text{при } Q_y > Q_{ср} \quad Q_в = X \cdot (Q_y + T_c); \qquad (45)$$

$$\text{при } Q_y \le Q_{ср} \quad Q_в = X \cdot (Q_{yo} + T_c). \qquad (46)$$

Значение коэффициента X рекомендуется принимать равным 1,1.

Усилие среды:

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

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

Усилия Qy и Qyo для плоского уплотнения определяются в соответствии с п.4.2.2, при этом, в формуле для q_y необходимо вместо перепада давления ΔP подставить значение давления среды P.

Для конусного уплотнения усилия Qy и Qyo определяются по формулам:

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

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

Необходимые удельные давления:

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

И 11-2003 04.09.2003

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

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

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

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

(54)

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

(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 μ_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 μ_k могут уточняться по результатам испытаний.

Значения коэффициента n_1 при μ_k = 0,3 для сочетания материалов сталь по стали приведены в таблице1.

ИП-2003 04.09.2003

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

β, 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:

$$Мв = Мрв + Мбв; \quad (57)$$

$$Мрв = Qв \cdot Lр; \quad (58)$$

$$Мбв = Qв \cdot Lб_2. \quad (59)$$

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

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

для задвижек 1, 2 и 3 типов $$Qом = \frac{Мкр \cdot i \cdot \eta}{Lр + Lб}; \quad (60)$$

для задвижек 4 и 5 типов $$Qом = Q_1м + \frac{Qшп \cdot Lр}{Lр + Lб}; \quad (61)$$

$$Q_1м = \frac{Мкр \cdot i \cdot \eta - Мс}{Lр + Lб}. \quad (62)$$

Коэффициенты i и η при отсутствии редуктора принимаются равными 1.

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

$$Qом = Qпр.max. \quad (63)$$

4.7.2 Максимальное удельное давление в уплотнении:

$$q_{ум} = \frac{Qум}{Fу}; \quad (64)$$

$$Qум = R + Qср; \quad (65)$$

$$Fу = \pi \cdot Dср \cdot B; \quad (66)$$

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | 04.09.2003

для задвижки 2 типа $$R = \frac{Q_{ом}}{1{,}64 + 2\mu_k};$$ (68)

для задвижки 3 типа $$R = Q_п;$$ (69)

для задвижки 4 типа $$R = \frac{Q_1 м}{2\cos\gamma \cdot (tg\gamma + \mu_k)};$$ (70)

для задвижки 5 типа $$R = \frac{Q_1 м}{1{,}64 + 2\mu_k}.$$ (71)

Коэффициент μ_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 μ_k могут уточняться по результатам испытаний.

4.8 В силовом расчете необходимо проверить соблюдение следующих условий прочности:

4.8.1 Условие прочности уплотнения:

$$q_{ум} \le [q_п].$$ (72)

Предельно допустимое удельное давление$[q_п]$ 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 $[q_п]$ могут уточняться по результатам испытаний.

4.8.2 Условие прочности подшипника:

$$n_2 = \frac{Q_{ст}}{Q_{ом}} \ge 1{,}0.$$ (73)

Допустимая статическая нагрузка Qст принимается по ГОСТ на подшипник.

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

- при ручном управлении маховиком n = 1,25;

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

- для электропривода n = 1,1 – 1,25;

-для пневмо- или гидропривода n = 1,15 – 1,30.

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

Для выбора маховика, редуктора или электропривода используется условие:

$$Мкр \geq Мкр^*. \quad (74)$$

Для выбора пневмо- или гидропривода – условие:

$$Qом \geq Qo^*. \quad (75)$$

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

4.12 Пример силового расчета задвижки приведен в приложении В.

Взам. инв. № Подп. и дата 4.11.2003

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

Dм - принятый диаметр маховика, мм

Dм* - диаметр маховика, соответствующий моменту Мкр*, 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_1 и D_2 - внутренний и наружный диаметры уплотнения в затворе (рисунки 1, 2, 3, 4 и 5), мм

d - наружный диаметр резьбы шпинделя, мм

d_2 - средний диаметр резьбы шпинделя, мм

F - площадь действия давления среды, $мм^2$

Fy - площадь уплотнения, $мм^2$

H - высота сальниковой набивки, мм

i - передаточное число редуктора

Кбд - коэффициент бокового давления сальникового уплотнения

Кср, Кср′, Ку, Ку′, Куо, Куо′ - вспомогательные коэффициенты для расчета усилий, необходимых для перемещения запорного органа

k - эмпирический коэффициент, зависящий от материала уплотняющих колец

k_1 - количество карданных пар в карданной передаче

L - расстояние между центрами отверстий во втулке под ось вилки в карданной паре, мм

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

$L_б$, $L_{б_1}$ и $L_{б_2}$ - условные плечи крутящего момента в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, мм

$L_р$ и $L_р'$ - 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

$М_б$, $М_{б_1}$ и $М_{б_2}$ - крутящие моменты от сил трения в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, Н·мм

$М_в$ - крутящий момент на маховике при создании верхнего уплотнения, Н·мм

$М_{кр}$ - максимальный крутящий момент, развиваемый маховиком, Н·мм

$М_{кр}$* - крутящий момент, по которому подбирается маховик, Н·мм

$М_р$, $М_{р_1}$ и $М_{р_2}$ - крутящие моменты от сил трения в резьбе при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа, Н·мм

$М_{расч}$ - расчетный крутящий момент на маховике, Н·мм

$М_{рв}$ и $М_{бв}$ - крутящие моменты от сил трения в резьбе и бурте при создании верхнего уплотнения, Н·мм

$М_с$ - 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

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

ΔP - перепад давления среды, при котором производится закрытие или открытие задвижки, МПа

Рос - осевое давление, необходимое для затяга сальника, МПа

Ph - ход резьбы шпинделя (для однозаходной резьбы ход равен шагу), мм

Q и Q′ - наибольшие усилия вдоль шпинделя при закрытии и открытии, Н

Qв - усилие на шпинделе при создании верхнего уплотнения, Н

Qм и Qм′ - необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии, Н

Qо* - усилие, по которому подбирается гидро- или пневмопривод, Н

Qом - максимальное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху, Н

Qп - принятое усилие поджатия в шиберных задвижках (задвижка типа 3) передающееся на уплотнение, Н

Qпр.max - максимальное усилие вдоль штока привода при закрытии, Н

Qрасч - расчетное усилие вдоль шпинделя, необходимое для перемещения запорного органа, Н

Qср - усилие от давления среды, Н

Qст - допустимая статическая нагрузка на подшипник, Н

Qу и Qуо - усилия, необходимые для уплотнения в затворе при давлении ΔP и $\Delta P \to 0$, Н

Qум - максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху, Н

Qшп - усилие, выталкивающее шпиндель, Н

Qg - вес перемещающихся деталей, Н

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

Q_1м - максимальное усилие перемещения запорного органа при расчете сверху, Н

q - удельное давление в уплотнении от давления среды, МПа

$q_у$ и $q_{уо}$ - необходимые удельные давления в уплотнении при перепаде давления ΔP и при $\Delta P \to 0$, МПа

ИН-2003 04.09.2003

$q_{ум}$ - максимальное удельное давление в уплотнении, МПа

$[q_п]$ - предельно допустимое удельное давление в уплотнении, МПа

q_{y1}, q_{y2} и q_{y1o} - удельные давления в верхнем уплотнении при давлении Р и при $P \to 0$, 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

Tc - сила трения в сальнике, Н

X - коэффициент, учитывающий трение в шпонке или в другой детали,недопускающей вращения шпинделя

α - угол подъема винтовой линии резьбы шпинделя, град

β - угол наклона конусного уплотнения, град

γ - половина угла клина для задвижек 1 и 4 типов, град. Для задвижек 2 и 5 типов угол распорного клина $\gamma = 20^\circ$

γ_1 - максимально допустимый угол между осями шарнира в карданной паре, град. Обычно $\gamma_1 = 15^\circ$

η - коэффициент полезного действия редуктора

χ - коэффициент полезного действия карданной передачи

μ и μ' - коэффициенты трения движения и покоя в резьбе

$\mu_б$ и $\mu_б'$ - коэффициенты трения движения и покоя в бурте

μ_k и μ_k' - коэффициенты трения движения и покоя в уплотняющих кольцах затвора

μ_c - коэффициент трения в сальниковой набивке

μ_N - коэффициент трения между диском и клином для задвижек 2 и 5 типов

μ_1 - коэффициент трения в карданной паре

ρ, ρ_k, ρ_k', ρ_N - углы трения, град

И 11-2003 04.09.2003

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 Кср, Кср′, Ку, Ку′, Куо, Куо′, коэффициента Кбд, коэффици-ентов трения μ, $\mu_б$, $\mu_к$, $\mu_с$, μ_N и μ_l, погонной нагрузки q_y' и предельно допустимого удель-ного давления $[q_п]$ принимаются или определяются по таблицам Б.1-Б.10.

Б.2 При необходимости учета для сопрягаемых поверхностей уплотнения других со-четаний марок материалов, рабочих сред, удельных давлений, температур, значений шероховатости трущихся поверхностей значения перечисленных выше коэффициентов и нагрузок q_y' и $[q_п]$ 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 c 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 μ_k на уплотняющих кольцах узла трения "клин-корпус"
(в соответствии с **СТ ЦКБА 057**)

(Измененная редакция, Изм. 1)

Сочетание марок материалов (твердость)		Шерохо-ватость, мкм	Допустимое удельное давление, МПа	μ_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)		15	0,27 – 0,30
20Х13(HR С31…40) 14Х17Н2 (HRC20…29)	20Х13(HRC31…40) 14Х17Н2 (HRC20…29)		25	0,27 – 0,30
38Х2МЮА (HRC31…37) азотирование	38Х2МЮА (HRC31…37) азотирование		80	0,27 – 0,30
ВЗК(HRC40) ЦН-12М-67 (HRC38…50)	ВЗК(HRC40) ЦН-12М-67 (HRC38…50)			0,17 – 0,22
ЦН-6(HRC28…37)	ЦН-6(HRC28…37)			0,14 – 0,20
УОНИ-13/Н1-БК (HRC40…48)	УОНИ-13/Н1-БК (HRC40…48)			0,08 – 0,12

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Т а б л и ц а Б.5 – Формулы для расчета коэффициентов Кср и Кср′, Ку и Ку′, Куо и Куо′

Коэф-фициент	Тип затвора		Клиновая задвижка (Типы 1 и 4)	Параллельная задвижка (Типы 2 и 5)
Кср	А	При $Q_y \le Q_{cp}$	$\frac{\mu_k}{\cos\gamma \cdot (1 - \mu_k \cdot tg\gamma)}$	μ_k^*
		При $Q_y > Q_{cp}$	$-\cos\gamma \cdot [tg(\rho_k + \gamma) + tg\gamma]$	$-2tg(\gamma + \rho_N) - \mu_k$
	Б		$\cos\gamma \cdot [tg\gamma + 2\mu_k - tg(\rho_k + \gamma)]$	μ_k
Кср′	А	При $Q_y \le Q_{cp}$	$\frac{\mu_k'}{\cos\gamma \cdot (1 + \mu_k' \cdot tg\gamma)}$	μ_k'
		При $Q_y > Q_{cp}$	$-\cos\gamma \cdot [tg(\rho_k' - \gamma) - tg\gamma]$	
	Б		$\cos\gamma \cdot [2\mu_k' - tg\gamma - tg(\rho_k' - \gamma)]$	
Ку=Куо	А	При $Q_y \le Q_{cp}$	0	0
		При $Q_y > Q_{cp}$	$2\cos\gamma \cdot (\mu_k + tg\gamma)$	$2[tg(\gamma + \rho_N) + \mu_k]$
	Б			
Ку′=Куо′	А	При $Q_y \le Q_{cp}$	0	0
		При $Q_y > Q_{cp}$	$2\cos\gamma \cdot (\mu_k' - tg\gamma)$	
	Б			

Примечания

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)

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

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 выпол-няться условие: Рос≥2·Р)	0,5

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

Марка набивки	μ_c						
	Температура, °С						
	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 μ в резьбе без смазки (в соответствии с **СТ ЦКБА 057**)

(Измененная редакция, Изм. 1)

Сочетание марок материалов (твердость)		Шерохо-ватость, мкм	Допус-тимое удельное давление, МПа	μ
Шпиндель	Втулка резьбовая			
БрАЖМц10-3-1,5 (170…200)	ЛЖМц59-1-1 (НВ80…90)		10	0,25 – 0,33
Сталь углеродистая, сульфоцианированная (HV ≥ 800)	Чугун серый, сульфоцианированный (HV ≥ 800)			0,20 – 0,50
40Х (НВ174…217) 12Х18Н9Т (НВ121…179) 15Х18Н12СЧТЮ (НВ155…170) 10Х17Н13М3Т (НВ135…180) 08Х17Н15М3Т (НВ121…179) 06ХН28МДТ (НВ135…185) 08Х18Н10Т (НВ155…170) 12Х17 (НВ126…197) 35 (НВ ≤ 187)	12Х18Н9Т (НВ121…179) 10Х17Н13М3Т (НВ135…180) БрАЖМц10-3-1,5 (НВ170…200) ЛЖМц59-1-1 (НВ75…95)	Не более R_a 3,2	20	0,21 – 0,45
35ХМ (НВ320…370) 38Х2МЮА(НВ229…269) 40ХН2МА (НВ277…321) ХН35ВТ (НВ207…269) 20Х13 (HRC27…34) 30Х13 (HRC27…35) 14Х17Н2 (HRC20…29) Х32НВ (HRC24…30)	БрАЖМц10-3-1,5 (НВ170…200) БрАЖМц10-4-4 (НВ200…240)		30	0,35 – 0,45
35ХМ (НВ320…370) 20Х13 (HRC27…34) 14Х17Н2 с покрытием тетрахроматное (HRC35…41)	ЧН17Д3Х2 (НВ120…170) ЧН15Д3Ш (НВ120…255) ЧН5Г8 (НВ160…230) ВЗК (HRC40)		35	

Ч11-2003 07.09.11

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

Сочетание марок материалов (твердость)		$\mu_б$			
		Температура, °С			
Бурт	Опора	20	100	200	300
12Х18Н9Т (НВ121…179) 40Х (НВ174…217) 14Х17Н2 (HRC20…29)	БрАЖМц10-3-1,5 НВ170…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 (НВ121…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 (НВ174…217) 14Х17Н2 (HRC21…27)	БрАЖМц10-4-4 (НВ200…240)	0,24	0,24	0,32	0,50
		0,25	0,25-0,30	0,33-0,40	0,40-0,50
40 (НВ197)	ЛС59-1 (НВ75…95)	0,22-0,27	0,36-0,40	0,40-0,50	0,50
Примечание – 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 $[q_п]$ в затворе (в соответствии с **СТ ЦКБА 068**)

Наименование материала уплотняющего кольца	Марка материала	Температура применения, °С	Твердость	$[q_п]$, МПа
Латунь	ЛС59-1 ГОСТ15527 ЛЦ38Мц2С$_2$ (ЛМцС58-2-2) ГОСТ 17711	От -253 до 250	80-140 НВ	20
Латунь кремнистая	ЛЦ16К4 (ЛК80-3Л) ГОСТ 17711	От -200 до 250	Не менее 100 НВ	25
Бронза	БрАЖМц10-3-1,5 ГОСТ 18175	От -253 до 250	170-200 НВ	35
	БрАЖМц10-4-4 ГОСТ 18175	От -196 до 350	200-240 НВ	

(Измененная редакция, Изм. 1)

Окончание таблицы Б.10

Наименование материала уплотняющего кольца	Марка материала	Температура применения, °С	Твердость	$[q_п]$, МПа
Сталь высоколегированная (коррозионно-стойкая, кислотостойкая, жаропрочная)	12Х18Н9Т ГОСТ 5632	От -253 до 350	121-179 НВ	15
	15Х18Н12С4ТЮ ГОСТ 5632	От -100 до 300	155-170 НВ	
	10Х17Н13М2Т ГОСТ 5632	От -260 до 350	121-179 НВ	
	ЭИ 943 ГОСТ 5632	От -196 до 400	135-185 НВ	
	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	Азотирование 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			
	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 НВ	25
	Св-10Х17Т ГОСТ2246		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_a 3,2 мкм.				

04.09.2003

Б.2 При применении смазочных материалов значения коэффициентов трения μ и $\mu_б$ 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 **(ТУ38 УССР 291146 или ТУ 0254-021-05766706)**	от 0,12 до 0,21

(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 - $\mu_б = \mu_б' = 0{,}01$;

для роликоподшипников - $\mu_б = \mu_б' = 0{,}02$.

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 трапецеидальной резьбе шпинделя при закрытии L_p и в начале открытия L_p' определяются по формулам:

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

где d_2 - средний диаметр резьбы;

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

P_h - ход резьбы: $P_h = P \cdot n$;

P - шаг резьбы ;

n - число заходов;

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

Изм. 1-2003 04.09.11

μ - коэффициент трения движения в резьбе;

ρ' - угол трения, определяемый из условия: $tg\ \rho' = \mu'$,

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

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

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

Б.4 Условные плечи момента в бурте при закрытии Lб, в начале открытия $Lб_1$ и в начале подъема запорного органа $Lб_2$ определяются по формулам:

$Lб = 0{,}5\ Dб \cdot \mu_б$;

$Lб_1 = 1{,}3\ Lб$;

$Lб_2 = 0{,}5\ Dб' \cdot \mu_б$.

(Измененная редакция, Изм. № 3)

Для задвижек без шарикоподшипников:

Dб - 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);

Dб' - 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:

Dб = Dб' = среднему диаметру шарикоподшипника.

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

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

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	мм	град	$\rho = 2°52'$	$\rho = 5°43'$	$\rho = 8°32'$	$\rho = 9°39'$	$\rho = 11°19'$	$\rho = 14°02'$
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

И11-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

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

И11-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

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

И11-2003 [signature] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16°42'$	$\rho = 19°17'$	$\rho = 21°48'$	$\rho = 24°14'$	$\rho = 26°34'$
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

Ц 14-2003 Ринц 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	мм	град	$\rho = 2°52'$	$\rho = 5°43'$	$\rho = 8°32'$	$\rho = 9°39'$	$\rho = 11°19'$	$\rho = 14°02'$
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

Ц11-2003 Изм. 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16°42'$	$\rho = 19°17'$	$\rho = 21°48'$	$\rho = 24°14'$	$\rho = 26°34'$
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

И11-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	мм	град	$\rho = 2°52'$	$\rho = 5°43'$	$\rho = 8°32'$	$\rho = 9°39'$	$\rho = 11°19'$	$\rho = 14°02'$
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

И 11-2003 [signature] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16°42'$	$\rho = 19°17'$	$\rho = 21°48'$	$\rho = 24°14'$	$\rho = 26°34'$
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

И 11-2003 [signature] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	мм	град	$\rho = 2°52'$	$\rho = 5°43'$	$\rho = 8°32'$	$\rho = 9°39'$	$\rho = 11°19'$	$\rho = 14°02'$
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

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
СТ ЦКБА 002-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16°42'$	$\rho = 19°17'$	$\rho = 21°48'$	$\rho = 24°14'$	$\rho = 26°34'$
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

Ц 11-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,05$	$\mu = 0,10$	$\mu = 0,15$	$\mu = 0,17$	$\mu = 0,20$	$\mu = 0,25$
мм	мм	мм	град	$\rho = 2°52'$	$\rho = 5°43'$	$\rho = 8°32'$	$\rho = 9°39'$	$\rho = 11°19'$	$\rho = 14°02'$
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

СТ ЦКБА 002-2003 Изм. 04.09.2003

Окончание табл. Б.11

d	Резьба			$L_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\alpha+\rho)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu = 0,30$	$\mu = 0,35$	$\mu = 0,40$	$\mu = 0,45$	$\mu = 0,50$
мм	мм	мм	град	$\rho = 16°42'$	$\rho = 19°17'$	$\rho = 21°48'$	$\rho = 24°14'$	$\rho = 26°34'$
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

И11-2003 [signature] 04.09.2003

Т а б л и ц а Б.12 – Условные плечи крутящего момента в трапецеидальной резьбе шпинделя в начале открытия L'_p

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

Ц11-2003 [signature] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)\cdot$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

И11-2003 [illegible] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3°43'$	$\rho' = 7°24'$	$\rho' = 11°02'$	$\rho' = 12°28'$	$\rho' = 14°34'$	$\rho' = 18°00'$
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

И11-2003 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

Ч 11-2003 [signature] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3°43'$	$\rho' = 7°24'$	$\rho' = 11°02'$	$\rho' = 12°28'$	$\rho' = 14°34'$	$\rho' = 18°00'$
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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата
04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

Ч 11-2003 Взам. 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3°43'$	$\rho' = 7°24'$	$\rho' = 11°02'$	$\rho' = 12°28'$	$\rho' = 14°34'$	$\rho' = 18°00'$
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

СТ ЦКБА 002-2003 Копия 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

И 11-2003 [illegible] 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см					
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,065$	$\mu' = 0,130$	$\mu' = 0,195$	$\mu' = 0,221$	$\mu' = 0,260$	$\mu' = 0,325$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 3°43'$	$\rho' = 7°24'$	$\rho' = 11°02'$	$\rho' = 12°28'$	$\rho' = 14°34'$	$\rho' = 18°00'$
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

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата
04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

04-11-2003 Изм. 04.09.2003

Продолжение табл. Б.12

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

Ук. № 2003 Ремонт 04.09.1003

Продолжение табл. Б.12

d	Резьба			$L'_p = 0,5 \cdot d_2 \cdot tg(\rho'-\alpha)$, см				
	P_h	d_2	α	$\mu' = 0,390$	$\mu' = 0,455$	$\mu' = 0,520$	$\mu' = 0,585$	$\mu' = 0,650$
мм	мм	мм	град	$\rho' = 21°18'$	$\rho' = 24°28'$	$\rho' = 27°29'$	$\rho' = 30°20'$	$\rho' = 33°1'$
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

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подпись и дата

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

В.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 В.1.

В.1.1 Определяются следующие основные величины:

Q и Q' - наибольшие усилия вдоль шпинделя при закрытии и открытии;

$Q_м$ и $Q_м'$ - необходимые усилия на маховике при закрытии и открытии;

$Q_{ом}$ - максимальное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху;

$q_{ум}$ - максимальное удельное давление в уплотнении;

M и M' - наибольшие крутящие моменты на шпинделе (на резьбовой втулке) при закрытии и открытии.

В.1.2 Условие прочности уплотнения:

$$q_{ум} \leq [q_п],$$

где $[q_п]$ – предельно допустимое удельное давление в уплотнении.

В.1.3 Условие прочности подшипника:

$$n_2 \geq 1{,}0\ ,$$

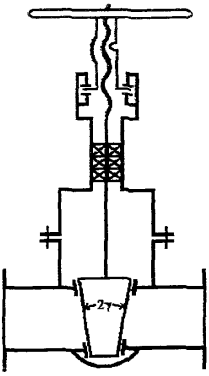
где n_2 – коэффициент запаса прочности подшипника.

В.2 Исходные данные:

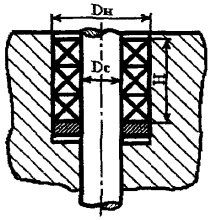
тип задвижки;

принятый тип затвора;

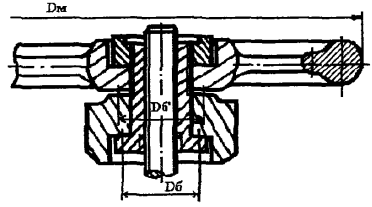
вид привода;



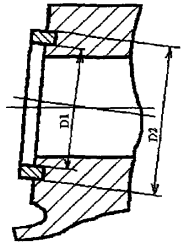
Узел сальника



Узел резьбовой втулки



Уплотняющее кольцо корпуса



Верхнее уплотнение

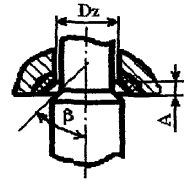


Рисунок В.1 – Схемы задвижки и ее расчетных узлов

Инв. № подл. | Подп. и дата | 04.09.2003

среда;

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

P - расчетное давление среды;

ΔP - перепад давления, при котором производится закрытие или открытие;

Qg - вес перемещающихся деталей;

$Qст$ - допустимая статическая нагрузка на подшипник;

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

$Dм$, $Dн$, Dc 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;

γ - половина угла клина.

В.3 Входящие величины:

$Qрасч$ - расчетное усилие вдоль шпинделя, необходимое для перемещения запорного органа;

$Qср$ - усилие от давления среды;

$Qу$ и $Qуо$ - усилия, необходимые для уплотнения затвора при давлении ΔP и $\Delta P \rightarrow 0$;

$Qум$ - максимальное усилие в уплотнении при расчете сверху;

$Qшп$ - усилие, выталкивающее шпиндель;

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

$Q_1м$ - 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 ΔP и при $\Delta P \rightarrow 0$;

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

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

Тс - сила трения в сальнике;

Мб, $Мб_1$ и $Мб_2$ – крутящие моменты от сил трения в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;

Мкр - максимальный крутящий момент, развиваемый электроприводом;

Мр, $Мр_1$ и $Мр_2$ – крутящие моменты от сил трения в резьбе при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;

Мрасч - расчетный крутящий момент на шпинделе;

M_1 и M_2 - 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;

В - ширина уплотнения;

с и k - эмпирические коэффициенты, зависящие от материала уплотняющих колец;

Dср - средний диаметр уплотнения;

F - площадь действия давления среды;

Fy - площадь уплотнения;

Кср, Ку, Куо, Кср', Ку', Куо' – вспомогательные коэффициенты для расчета усилий, необходимых для перемещения запорного органа;

Lб, $Lб_1$, $Lб_2$ - условные плечи крутящего момента в бурте при закрытии, в начале открытия и в начале подъема запорного органа;

Lp и Lp' - 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;

Инв. № подл. | Подп. и дата | 04.09.2003

μ и μ ' - коэффициенты трения движения и покоя в резьбе;

μ_{mid} - среднее значение коэффициента трения движения в резьбе (при расчете

сверху);

$\mu_б$ и $\mu_б$' - коэффициенты трения движения и покоя в бурте;

μ_k и μ_k' - коэффициенты трения движения и покоя в уплотняющих кольцах затвора;

ρ_k, ρ_k', ρ_N - углы трения;

φ и ψ - эмпирические коэффициенты, зависящие от отношения H/S в сальниковом

уплотнении.

В.4 Значения эмпирических коэффициентов m, c и k, коэффициентов Kcp, Kcp', Ку, Ку', Куо и Куо' и коэффициента n приняты по СТ ЦКБА 002-2003. Условные плечи крутящего момента в резьбе Lp, Lp' и в бурте Lб, Lб' рассчитаны по формулам, приведенным в том же документе.

В.5 Значения коэффициентов трения в уплотняющих кольцах затвора μ_k, μ_k', в резьбе μ и μ ' и бурте $\mu_б$ и $\mu_б$' приняты по **СТ ЦКБА 057**;

В.6 Значение предельно допустимого удельного давления [$q_п$] 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)

04.09.11 Изм 4-11-2003

Т а б л и ц а В.1 - Силовой расчет задвижки

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Исходные данные		
Условный проход	мм	700
Тип задвижки	–	1
Тип затвора	–	А
Вид привода	–	Электропривод
P	МПа	7,5
ΔP	МПа	2,5
Среда	–	Керосин
Материал уплотняющего кольца	–	ПР ВЗК
γ	град	5
D_1	мм	714
D_2	мм	776
Qg	Н	4000
d x P_h	мм	100 x 20
d_2	мм	90
Dб	мм	192,5
Dб'	мм	192,5
Dм	мм	200
Dн	мм	130
Dc	мм	100
H	мм	36

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Продолжение таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Усилие от давления среды, усилие уплотнения		
m	–	2
c	–	35
k	–	1
$Dcp = 0,5(D_1 + D_2)$	мм	745
$F = 0,25\,\pi \cdot Dcp^2$	$мм^2$	435694,63
$B = 0,5(D_1 - D_2)$	мм	31
$Fy = \pi \cdot Dcp \cdot B$	$мм^2$	72555,08
$Qcp = \Delta P \cdot F$	Н	1089236,56
$q = Qcp/Fy$	МПа	15,01
$q_y = 0,316m \cdot (c + 10\,k \cdot \Delta P) / \sqrt{B}$	МПа	6,81
$Qy = \pi \cdot q_y \cdot Dcp \cdot B$	Н	494146,04
Усилия, необходимые для перемещения запорного органа		
Kcp	–	0,225
Ky	–	0
Kcp'	–	0,31
Ky'	–	0
$Q_1 = Kcp \cdot Qcp + Ky \cdot Qy - Qg$	Н	241078,23
$Q_1' = Kcp' \cdot Qcp + Ky' \cdot Qy + Qg$	Н	341663,33
Сила трения в сальнике		
Материал набивки	–	ФУМ
Dc	мм	100,0
H	мм	36,0

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. №

Продолжение таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Рос	МПа	13,25
Кбд	–	0,52
μ_c	–	0,15
$Tc = \pi \cdot Dc \cdot H \cdot \mu_c \cdot Рос \cdot Кбд$	Н	11688,61
Усилие, выталкивающее шпиндель		
$Qшп = 0,25 \cdot \pi \cdot P \cdot Dc^2$	Н	58904,86
Наибольшие усилия вдоль шпинделя		
$Q = Q_1 + Qшп + Tc$	Н	311671,44
$Q' = Q_1' - Qшп + Tc$	Н	**294447,08**
Крутящий момент трения в резьбе		
Наличие смазки	–	Присутствует
Смазочный материал	–	Солидол
μ	–	0,17
μ'	–	0,22
Lp	мм	10,96
Lp'	мм	6,66
$Mp = Q \cdot Lp$	Н·мм	3415918,98
$Mp_1 = Q \cdot Lp'$	Н·мм	2075731,79
$Mp_2 = Q' \cdot Lp$	Н·мм	**3227140,00**
Крутящий момент трения в бурте		
Наличие смазки	–	Присутствует
Смазочный материал	–	Солидол
Наличие шарикоподшипника	–	Присутствует
$\mu_б$	–	0,01

(Измененная редакция, Поправка № 1)

И 11-2003 [illegible] 07.07.2016

Продолжение таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
$\mu_б'$	–	0,01
$Lб = 0,5\ Dб \cdot \mu_б$	мм	0,96
$Lб_1 = 1,3\ Lб$	мм	1,25
$Lб_2 = 0,5 \cdot Dб' \cdot \mu_б$ **(Измененная редакция, Изм. № 3)**	мм	0,96
$Mб = Q \cdot Lб$	Н·мм	299204,58
$Mб_1 = Q \cdot Lб_1$	Н·мм	389589,30
$Mб_2 = Q' \cdot Lб_2$	Н·мм	**282669,20**
Наибольший крутящий момент на шпинделе		
$M = Mр + Mб$	Н·мм	3715123,56
$M_1 = Mр_1 + Mб_1$	Н·мм	2465321,09
$M_2 = Mр_2 + Mб_2$	Н·мм	**3509809,20**
$M' = \max (M_1; M_2)$	Н·мм	**3509809,20**
Расчетный крутящий момент на шпинделе		
$Mрасч = \max (M; M')$	Н·мм	**3715123,56**
Необходимый крутящий момент (усилие) на приводе		
n		1,1
$Mкр^* = n \cdot Mрасч$	Н·мм	**4086635,92**
Расчет от максимального крутящего момента (усилия), развиваемого приводом (расчет сверху)		
Тип привода	–	Электропривод
№ привода	–	Б099.105-03
Mкр	Н·мм	6400000
μ_{mid}	–	0,14

(Измененная редакция, Поправка № 1)

Окончание таблицы В.1

Расчетные величины и формулы	Ед. изм.	Значения
Lр (при μ_{mid})	мм	10,86
Lб	мм	0,96
Qом=Мкр/(Lр+Lб)	Н	541455,16
R = Qом/(2cos γ·(tg γ + $\mu_к$))	Н	701341,07
Qум = R + Qср	Н	1790577,63
$q_{ум}$ = Qум/Fу	МПа	24,68
$[q_п]$	МПа	80
Условие прочности $q_{ум} \le [q_п]$	_	Выполнено
Оценка прочности подшипника		
№ подшипника	_	8148
ГОСТ	_	**7872**
Qст	Н	840000
Qом	Н	541455,16
n_2 = Qст/Qом	_	1,55
Условие прочности $n_2 \ge 1,0$	_	Выполнено

(Измененная редакция, Изм. 1)

Инв. № подл. | Подпись и дата | Взам. инв. №

Библиография

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

Ц 11-2003 Генер 26.11.14

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов в докум.	№ докумен-та	Входящ. № сопров. док-та и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулирован.					
1	24-26, 28-30, 32, 62, 67	4, 5	4а	—	70	Изм. 1	Пр. № 52 06.09.11		01.10. 2011
2	27	3, 4, 4а	67а	—	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**

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.Сашина

Инженер-конструктор
III категории Т.Е.Новикова

СОГЛАСОВАНО:

Председатель ТК 259 М.И.Власов

04.11.2003 Дата 04.09.2003

gost.e-ecolog.ru