

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

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



СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 121-2018

Арматура трубопроводная

КЛАПАНЫ ЗАПОРНЫЕ СИЛЬФОННЫЕ И САЛЬНИКОВЫЕ С ВВИНЧИВАЕМЫМ ШПИНДЕЛЕМ И НЕВРАЩАЕМЫМ ШТОКОМ

Методика силового расчета

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом от 18.09.2018 № 81

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

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

© АО «НПФ «ЦКБА», 2018

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

С Т А Н Д А Р Т Ц К Б А

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

Дата введения: 01.12.2018

1 Область применения

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

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

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- $T_{ш}$ и $T_{ш'}$ – усилия трения в шлицах (в шпонке или в другой детали, передающей вращение от приводного вала к шпинделю при наличии электропривода) в конечный момент закрытия и начальный момент открытия соответственно;
- $T_{ш1}$ и $T_{ш1'}$ – усилия трения в шлицах (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии соответственно;
- $M_з$ и $M_з'$ – наибольшие крутящие моменты на приводном валу электропривода;
- $M_{з1}$ и $M_{з1'}$ – крутящие моменты на приводном валу электропривода (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии;
- $M_{з2}$ и $M_{з2'}$ – крутящие моменты на приводном валу электропривода (подача среды на золотник) в конечный момент закрытия и начальный момент открытия.

2.3 В настоящем стандарте использованы следующие обозначения исходных данных:

- P – расчетное давление;
- ΔP – перепад давления, при котором производится закрытие или открытие клапана;
- P_1 – давление над золотником в закрытом положении;
- D_1 и D_2 – внутренний и наружный диаметры уплотнения.
- $D_{нар}$ и $D_{вн}$ – наружный и внутренний диаметры сильфона (тип II).

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

- $D_{ср}$ – средний диаметр уплотнения;
- b – ширина уплотнения (рисунок 1);
- $D_{выт}$ – средний диаметр, принятый при расчете площади $F_{шп}$;
- F – площадь действия давления среды на золотник;
- $F_{шп}$ – площадь действия давления среды на шпиндель;
- $Q_{ср}$ и $Q_{ср'}$ – усилия от давления среды на золотник при закрытии и открытии соответственно;
- $M_{рв}$ и $M_{бв}$ – моменты в резьбе и в бурте при создании верхнего уплотнения;
- $M_{рз}$ и $M_{ро'}$ – моменты в резьбе в начальный момент закрытия и конечный момент открытия;
- $M_з$ и $M_з'$ – крутящие моменты на маховике или рукоятке в начальный момент закрытия и конечный момент открытия;

M_1 и M_1'	– крутящие моменты на маховике или рукоятке (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии;
M_2 и M_2'	– крутящие моменты на маховике или рукоятке (подача среды на золотник) в конечный момент закрытия и начальный момент открытия;
$M_{расч}$	– расчетный крутящий момент на маховике или рукоятке;
M_{kp}^*	– крутящий момент, по которому подбирается маховик или рукоятка;
M_{kp}	– крутящий момент, развиваемый выбранным маховиком или рукояткой, или электроприводом;
$Q_{шп}$ и $Q_{шп}'$	– усилия, выталкивающие шпиндель в закрытом и открытом положении соответственно;
$Q_{ср.м}$	– наибольшее усилие от давления среды (подача среды под золотник);
Q_y и Q_{yo}	– усилия, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \rightarrow 0$ соответственно;
Q_{om1}	– максимальное усилие вдоль шпинделя при закрытии без среды;
Q_{um}	– максимально возможное усилие уплотнения при расчете сверху;
Q_2	– усилие вдоль шпинделя, соответствующее уплотнению разгрузочного золотника при отсутствии перепада давлений;
Q_3 и Q_3'	– усилия вдоль шпинделя в начальный момент закрытия и конечный момент открытия соответственно;
$Q_{ст}$	– осевая статическая нагрузка для подшипника;
i и η	– передаточное число и коэффициент полезного действия редуктора;
T_c	– сила трения в сальнике;
l	– длина линии уплотнения;
n_1	– коэффициент, учитывающий угол наклона β и трение в уплотнении;
q_y и q_{yo}	– погонные нагрузки, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \rightarrow 0$ соответственно;
q_{y1} , q_{y2} , q_y' и q_{yo10}	– погонные нагрузки при расчете q_y и q_{yo} ;
L_y	– условное плечо момента трения в уплотнении;
L_p , L_p' , L_p''	– условные плечи момента в резьбе шпинделя;
$d_{ср}$	– средний диаметр резьбы шпинделя;
d_b и d_{b3}	– средние диаметры бурта (рисунок 1);
d_o	– диаметр отверстия в основном золотнике, через которое проходит среда при разгрузке (подача среды на золотник при разгрузочном золотнике);

L_6 , $L_{6\alpha}$	– условные плечи момента трения в бурте;
D_m^* (L^*)	– диаметр маховика (длина рукоятки), развивающего (с округлением в большую сторону) момент M_{kp}^* ;
D_m (L)	– диаметр маховика (длина рукоятки) по чертежу;
x , x_1 , x_1' , x_2 , x_3'	– коэффициенты, учитывающие трение в шпонках или в других деталях, ограничивающих вращение штока или соединительной муфты;
μ_u	– коэффициент трения в уплотнении;
μ_b и $\mu_{b\alpha}$	– коэффициенты трения в буртах;
μ_n	– коэффициент трения в пяте;
μ и μ'	– коэффициенты трения в резьбе (движения и покоя соответственно);
t	– коэффициент, учитывающий вид среды;
c и k	– коэффициенты, зависящие от материала уплотнения;
y	– коэффициент, принятый при расчете момента трения в пяте.

3 Методика силового расчета

3.1 Задача силового расчета

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

3.1.2 Условие прочности уплотнения:

$$q_{um} \leq q_n.$$

3.2 Исходные данные

Для выполнения расчета должны быть представлены следующие исходные данные:

- тип клапана (рисунок 1) – тип I (сильфонный без сальника), тип II (сильфонный с дублирующим сальником), тип III (сальниковый);
- направление подачи среды (под золотник или на золотник);
- вид уплотнения – 1 или 2 (рисунок 2);
- материал уплотнения, шпинделя, резьбовой втулки, соединительной муфты, кулачковой втулки, опор буртов;
- вид рабочей среды;
- вид ручного привода (маховик, двуплечная рукоятка, одноплечная рукоятка или ключ);
- расположение маховика;
- геометрические размеры запорного клапана: β , a , D , d_c , D_n , H , D_m (или L), D_1 и D_2 (рисунки 1 и 2);

- $d \times h$ – наружный диаметр d и ход резьбы шпинделя h (для однозаходной резьбы ход равен шагу t);
- величины давлений: P , ΔP , P_1 .

Знаком «~» отмечены величины без учета коэффициентов x , x_1 , x_1' , x_2 , x_3' .

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

Вместо цельного невращаемого шпинделя могут быть невращаемые шпиндель и шток.

Соединение золотника со шпинделем – любое, имеющее осевой люфт.

При отсутствии осевого люфта (например, неразъемное соединение) для случая подачи среды на золотник или для верхнего уплотнения величины q_{y10} , q_{y0} и Q_{y0} не определяют. Формулу для $Q(Q_b)$ при $Q_y \leq Q_{cp}$ заменяют формулой $Q(Q_b)$ при $Q_y > Q_{cp}$.

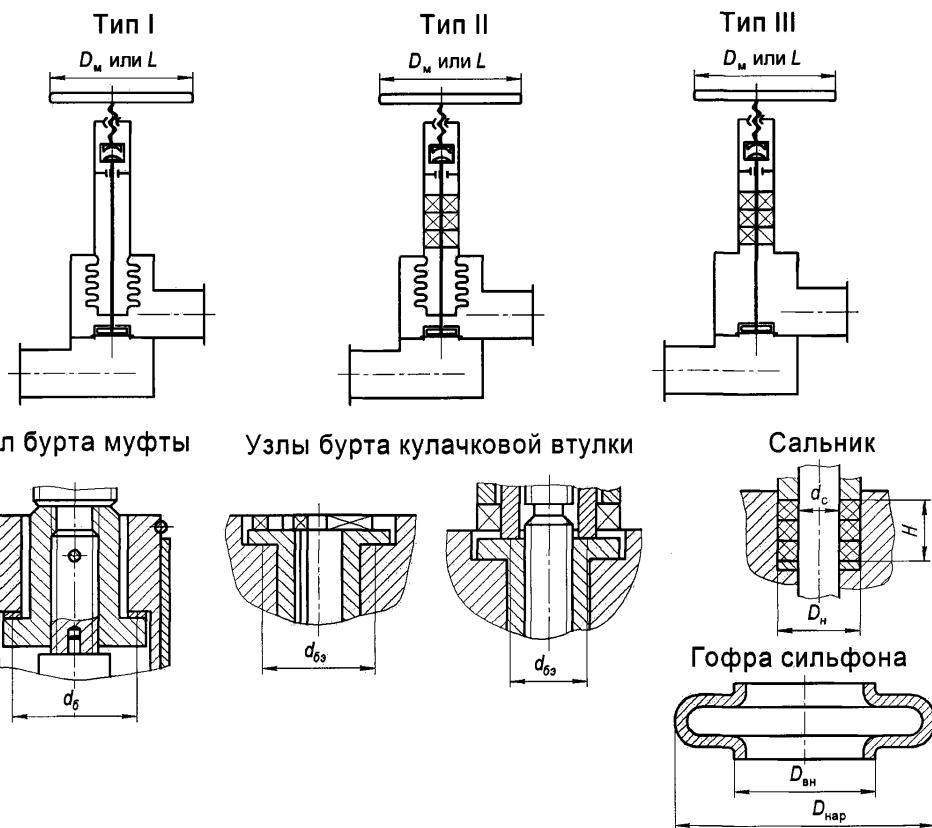


Рисунок 1 – Схемы клапанов, буртов и уплотнений шпинделя

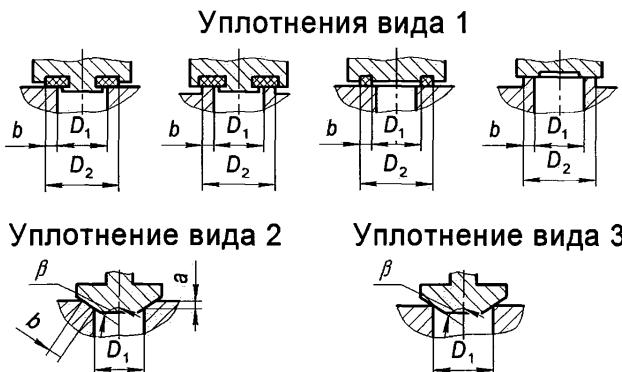


Рисунок 2 – Виды уплотнений затвора

3.4 Если клапан закрывают и открывают при перепаде давления ΔP , то при расчете величин q_{y1} и $Q_{ср}$ вместо давления P принимают величину ΔP , а при расчете усилия $Q_{шп}$ принимают величину P_1 . Формулы для Q_0 , M и M' (подача среды на золотник) заменяют формулами из раздела «Усилия и моменты при наличии ΔP (подача среды на золотник)» приложения А.

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

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

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

3.6 Для уравновешенного золотника (например, золотник в виде поршня с центральным отверстием) величину $Q_{ср}$ принимают равной нулю ($Q_{ср} = 0$).

3.7 За средний диаметр бурта d_6 принимают наименьший из средних диаметров касания верхнего и нижнего буртов соединительной муфты с опорами. Наиболее часто наименьшим является средний диаметр касания верхнего бурта.

За средний диаметр бурта d_{6a} (при наличии электропривода) принимают средний диаметр касания бурта кулачковой втулки и опоры. При закрытии этот борт воспринимает силу в шлицах (шпонке). При открытии сила трения в шлицах (шпонке) передается

на борт внутри электропривода и поэтому не учитывается при определении момента на выходе приводного вала.

Наиболее характерные типы буртов показаны на рисунке 1.

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

3.8 Усилия Q_y , Q_{y0} и Q_{cf} для расчета верхнего уплотнения определяют по формулам раздела «Основные усилия» приложения А. При этом в графе в виде дроби вписывают два значения соответствующих величин (геометрических размеров, коэффициентов, по-гонных нагрузок и усилий): в числителе – для основного уплотнения, в знаменателе – для верхнего уплотнения.

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

3.10 При отсутствии шпонок (или других деталей, ограничивающих вращение штока и соединительной муфты) коэффициенты $x = x_1 = x_1' = x_2 = x_3' = 1,0$.

3.11 При отсутствии шпонки в штоке и наличии шпонки в муфте:

$$x = 1,0; x_2 = 1,1;$$

при $\tilde{Q}_1 > 0$ $x_1 = 0,9$;

при $\tilde{Q}_1' > 0$ $x_1' = 1,1$;

при $\tilde{Q}_3' > 0$ $x_3' = 1,0$;

при $\tilde{Q}_1 \leq 0$ $x_1 = 1,0$;

при $\tilde{Q}_1' \leq 0$ $x_1' = 1,0$;

при $\tilde{Q}_3' \leq 0$ $x_3' = 1,1$.

3.12 При наличии шпонки в штоке, независимо от наличия шпонки в муфте:

$$x = x_2 = 1,1;$$

при $\tilde{Q}_1 > 0$ $x_1 = 0,9$;

при $\tilde{Q}_1' > 0$ $x_1' = 1,1$;

при $\tilde{Q}_3' > 0$ $x_3' = 0,9$;

при $\tilde{Q}_1 \leq 0$ $x_1 = 1,1$;

при $\tilde{Q}_1' \leq 0$ $x_1' = 0,9$;

при $\tilde{Q}_3' \leq 0$ $x_3' = 1,1$.

3.13 Момент трения в пяте M_n между пятой штока и подпятником шпинделя в конечный момент закрытия приближенно принимают равным $y M_p$. Рекомендуется $y \approx 0,15$.

Формула для M_n имеет вид:

$$M_n = Q \cdot \mu_n \cdot d_n / 4,$$

где d_n – диаметр площадки контакта.

Диаметр d_n определяют по формуле:

$$d_n = 1,76 \sqrt[3]{\frac{2Q \cdot R}{E}}$$

где R – приведенный радиус, $R = R_1 \cdot R_2 / (R_1 - R_2)$;

R_1 и R_2 – радиусы подпятника и пяты соответственно (для плоского подпятника $R_1 = \infty$, а $R = R_2$);

E – приведенный модуль упругости, $E = 2E_1 \cdot E_2 / (E_1 + E_2)$;

E_1 и E_2 – модули упругости подпятника и пяты соответственно (для стальных пяты и подпятника $E \approx 2 \cdot 10^6$ кгс/см²).

Формула для d_n справедлива, если величина d_n мала по сравнению с радиусом R_2 .

3.14 Усилие трения в шпонках $T_{шп}$ (или в других деталях, не допускающих вращение штока или соединительной муфты) учитываются коэффициентами x, x_1, x_1', x_2, x_3' . Величины этих коэффициентов приведены в 3.11 и 3.12.

Усилие трения в шлицах $T_{ш}$ (в шпонке или в другой детали, передающей вращение от приводного вала к шпинделю при наличии электропривода) приближенно принимают равным 0,1 от усилия вдоль шпинделя.

Формулы для усилий в шпонках и шлицах имеют вид:

а) для шпонки, ограничивающей вращение штока при усилии $Q_{без}$, направленном вверх, усилие $T_{шп}$ определяют из уравнения:

$$T_{шп} \cdot R_{шп} = M_n \cdot \mu_{шп},$$

где момент трения в пяте M_n определяется в зависимости от усилия $Q_{без} + T_{шп}$ или $Q_{без} - T_{шп}$;

б) для шпонки, ограничивающей вращение штока при усилии $Q_{без}$, направленном вниз, а также шпонки, ограничивающей вращение соединительной муфты, усилие $T_{шп}$ определяют из уравнения:

$$T_{шп} = \frac{Q_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп} \cdot L_6} - 1} \text{ или } T_{шп} = \frac{Q_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп} \cdot L_6} + 1};$$

в) для шлицев (шпонки), передающих вращение от приводного вала к шпинделю, усилие $T_{ш}$ определяют их уравнения:

$$T_{ш} = \frac{M_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп}} - L_p} \text{ или } T_{ш} = \frac{M_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп}} + L_p' \text{ (или } L_p')};$$

где $Q_{без}$ – усилие вдоль шпинделя без учета $T_{шп}$ или $T_{ш}$;

$M_{без}$ – крутящий момент на маховике (верхнем конце шпинделя) без учета усилия $T_{ш}$;

$R_{шп}$ – расстояние от оси шпинделя (штока) до поверхности трения;

$\mu_{шп}$ – коэффициент трения шпонки (шлицов).

Левые или правые формулы используются в зависимости от противоположности или совпадения направлений движения шпинделя (штока) и усилия $Q_{без}$.

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

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

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

Коэффициенты трения μ , μ_y , μ_h , μ_b и $\mu_{бз}$ принимают по СТ ЦКБА 057 и СТ ЦКБА 060.

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

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

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

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

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

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма силового расчета

Таблица А.1 – Форма силового расчета

Расчетные величины и формулы		Размерность	DN				
<u>Основные усилия</u>							
Тип клапана (I, II или III – см. рисунок 1)		–					
Подача среды (под или на золотник)		–					
Вид уплотнения (1 или 2 – см. рисунок 2)		–					
См. 3.4	P	МПа					
	ΔP	МПа					
	P_1	МПа					
Вид 1	D_1	мм					
	D_2	мм					
	$D_{cp} = 0,5(D_1 + D_2)$	мм					
Вид 2	$b = 0,5(D_2 - D_1)$	мм					
	D_1	мм					
	β	градус					
Вид 3	a	мм					
	$D_{cp} = D_1 + \operatorname{atg} \beta$	мм					
	$b = a/\cos \beta$	мм					
Тип I и II	$D_{cp} = D_1$	мм					
	β	градус					
См. 3.5	Шифр сильфона и документ		–				
	$D_{нап}$	мм					
	$D_{вн}$	мм					
Тип II и III	$D_{выт} = 0,5(D_{нап} + D_{вн})$		мм				
	d_c	мм					
	$D_{выт} = d_c$	мм					
См. 3.5	$F = \frac{\pi}{4} D_{cp}^2$		мм ²				
	$F_{шп} = \frac{\pi}{4} D_{выт}^2$		мм ²				
	$Q_{cp} = P \cdot F$ (или $Q_{cp} = \Delta P \cdot F$ – при ΔP)		Н				
Под золотник	$Q_{шп} = P \cdot F_{шп}$ (или $Q_{шп} = P_1 \cdot F_{шп}$ – при ΔP)		Н				
	ΔP не задано	$Q_{cp,м} = \max(Q_{cp}; Q_{шп})$	Н				
	ΔP задано	$Q_{cp,м} = \max(Q_{cp} + Q_{шп}; P \cdot F_{шп})$	Н				
Материал уплотнения		–					
Вид среды		–					

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы		Размерность	DN					
См. СТ ЦКБА 086	m	—						
	c	—						
	k	—						
	q_{y1}	МПа						
	$q_y = q_{y1}$	МПа						
	$Q_y = \pi \cdot D_{cp} \cdot b \cdot q_y$	Н						
	$q_y' \text{ (см. 3.14)}$	Н/мм						
	$I = \pi \cdot D_{cp}$	мм						
	$\mu_y \text{ (см. 3.14)}$	—						
	$n_1 = \sin \beta + \mu_y \cdot \cos \beta \text{ (для вида 1)}$	—						
	$n_1 = 1$	—						
	$Q_y = q_y' \cdot I \cdot n_1$	Н						
$Q_y \leq Q_{cp};$ на золотник или верхнее уплотнение	$q_{y10} = m \cdot c \sqrt{0,1b}$	Н/мм						
	$q_{y0} = q_{y10}$	Н/мм						
	$Q_{y0} = q_{y0} \cdot I \cdot n_1$	Н						
	$q_{y0} = m \cdot c \sqrt{10b}$	МПа						
	$Q_{y0} = \pi \cdot D_{cp} \cdot b \cdot q_{y0}$	Н						
$x \text{ (см. 3.10, 3.11, 3.12)}$		—						
Сила трения в сальнике (для типа I $T_c = 0$)								
Материал набивки		—						
D_h		мм						
d_c		мм						
H		мм						
См. 3.15	T_c	Н						
Наибольшее усилие вдоль шпинделя								
Под золотник	$Q = x(Q_{cp\text{ м}} + Q_y + T_c)$	Н						
	$Q_0 = Q$	Н						
На золотник	$\tilde{Q}_1 = Q_{cp} - Q_{шп} - T_c \text{ (с учетом знака)}$	Н						
	$x_1 \text{ (см. 3.11, 3.12)}$	—						
	$Q_1 = x_1 \cdot \tilde{Q}_1 \text{ (с учетом знака)}$	Н						
	См. 3.4	$\tilde{Q}_1' = Q_{cp} - Q_{шп} + T_c \text{ (с учетом знака)}$	Н					
		$x_1' \text{ (см. 3.11 и 3.12)}$	—					
	См. 3.3	$Q_1' = x_1' \cdot \tilde{Q}_1' \text{ (с учетом знака)}$	Н					
		$Q_y \leq Q_{cp}$	$Q = x(Q_{y0} + Q_{шп} + T_c)$	Н				
	$Q_y > Q_{cp}$	$Q = x(Q_y + Q_{шп} + T_c)$	Н					
		$Q_0 = \max(Q; Q_1 ; Q_1') \text{ (см. 3.4)}$	Н					
Наибольший крутящий момент в резьбе и момент трения в пяте								
Резьба $d \times t$		мм						
Материал шпинделя		—						
Материал резьбовой втулки		—						
$\mu \text{ (см. 3.16)}$		—						
$\mu' = 1,3 \cdot \mu$		—						
$L_p \text{ (см. 3.15)}$		мм						
$L_p' \text{ (см. 3.15)}$		мм						

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы			Размерность	DN			
На золотник	d_{cp}		мм				
	$L_p^* \approx \frac{\mu \cdot d_{cp}}{2} - \frac{t}{2\pi}$		мм				
	$Q_1 \geq 0 \quad M_{p1} = Q_1 \cdot L_p^*$		Н·мм				
	$Q_1' \geq 0 \quad M_{p1}' = Q_1' \cdot L_p^*$		Н·мм				
	$M_p = Q \cdot L_p$		Н·мм				
	$M_p' = Q \cdot L_p'$		Н·мм				
	y (рекомендуется $y \approx 0,15$)		—				
	$M_n = y \cdot M_p$		Н·мм				
	$M_n' = 1,3 \cdot M_p$		Н·мм				
Наибольший момент трения в бурте соединительной муфты (подача среды на золотник при $Q_1 \geq 0$ или $Q_1' \geq 0$, или верхнее уплотнение)							
См. 3.7	d_b		мм				
	Материал деталей, определяющих d_b		—				
	μ_b (см. 3.16)		—				
	$L_b = 0,5 \cdot d_b \cdot \mu_b$		мм				
На золотник	$Q_1 \geq 0 \quad M_{b1} = Q_1 \cdot L_b$		Н·мм				
	$Q_1' \geq 0 \quad M_{b1}' = Q_1' \cdot L_b$		Н·мм				
Усилия и моменты при создании верхнего уплотнения							
х ₂ (см. 3.11, 3.12)							
См. 3.3, 3.8	$Q_y > Q_{cp} \quad Q_B = x_2(Q_y + T_c)$		Н				
	$Q_y \leq Q_{cp} \quad Q_B = x_2(Q_{yo} + T_c)$		Н				
	$M_{pb} = Q_B \cdot L_p$		Н·мм				
	$M_{ba} = Q_B \cdot L_b$		Н·мм				
	$M_t = M_{pb} + M_{ba}$		Н·мм				
Усилия и моменты при наличии ΔP (подача среды на золотник)							
Закрытие и открытие при ΔP	$Q_{wp}' = P \cdot F_{wp}$		Н				
	$Q_3 = x(Q_{wp}' + T_c)$		Н				
	$M_3 = 1,15 \cdot Q_3 \cdot L_p$		Н·мм				
	$\bar{Q}_3' = (Q_{wp}' - T_c)$ (с учетом знака)		Н				
	x_3 (см. 3.11 и 3.12)		—				
	$Q_3' = x_3 \cdot \bar{Q}_3'$ (с учетом знака)		Н·мм				
	$Q_3' > 0 \quad M_3 = 1,15 \cdot Q_3' \cdot L_p''$		Н·мм				
	$Q_3' \leq 0 \quad M_3' = Q_3' \cdot (L_p + L_{b1}) + M_c$		Н·мм				
	$Q_0 = \max(Q, Q_1 , Q_1' , Q_3)$		Н				
См. 3.10	$M = \max(M_1, M_2, M_3)$ (Величины M_1 и M_2 см. ниже)		Н·мм				
	$M' = \max(M_1'; M_2'; M_3')$ (Величины M_1' и M_2' см. ниже)		Н·мм				
Только открытие для ΔP	$Q_{cp}' = \Delta P \cdot F$		Н				
	$\bar{Q}_1' = Q_{cp}' - P_1 \cdot F_{wp} + T_c$ (с учетом знака)		Н				
	x_1 (см. 3.11 и 3.12)		—				
	$Q_1' = x_1 \cdot \bar{Q}_1'$ (с учетом знака)		Н				

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы		Размерность	DN			
<u>Расчетный крутящий момент на маховике (рукоятке)</u>						
Под золотник	$M = M_p + M_6$	N·мм				
	$M' = M_p' + M_6'$	N·мм				
	$M_1 = M_{p1} + M_{61}$	N·мм				
	$M_2 = M_p + M_6$	N·мм				
	$M_1' = M_{p1}' + M_{61}'$	N·мм				
	$M_2' = M_p' + M_6'$	N·мм				
На золотник	$M = \max(M_1; M_2)$	N·мм				
	$M' = \max(M_1'; M_2')$	N·мм				
	$M_{\text{расч}} = \max(M; M')$	N·мм				
<u>Диаметр маховика (длина рукоятки) и необходимое усилие на маховике (рукоятке)</u>						
Для редуктора	№ редуктора	—				
	i	(При отсутствии редуктора	—			
дуктора	η	$i = 1; \eta = 1$)	—			
	$M_{kp}^* = \frac{1,25 \cdot M_{\text{расч}}}{i \cdot \eta}$	N·мм				
<u>Вид ручного привода</u>						
<u>Расположение маховика (рукоятки) (вертикальное, горизонтальное)</u>						
	D_m^* (или L^*) (см. 3.18)	мм				
<u>Диаметр маховика (длина рукоятки) по чертежу D_m (или L)</u>						
	$Q_m = \frac{2 \cdot M}{D_m(\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$	Для краев	$Q_m = \frac{M}{L \cdot i \cdot \eta}$	Н		
	$Q_m' = \frac{2 \cdot M'}{D_m(\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$		$Q_m' = \frac{M'}{L \cdot i \cdot \eta}$	Н		
<u>Определение усилия трения в шлицах (шпонке) и крутящих моментов для настройки электропривода</u>						
	$T_w = 0,1 \cdot Q$		Н			
	$T_w' = 1,3 \cdot T_w$		Н			
	На золотник	$Q_1 > 0$	$T_{w1} = 0,1 \cdot Q_1$	Н		
		$Q_1' > 0$	$T_{w1}' = 0,1 \cdot Q_1'$	Н		
Cm. 3.7	d_{63}		мм			
	Материалы деталей, определяющие d_{63}		—			
	μ_{63} (см. 3.16)		—			
	$L_{63} = 0,5 \cdot d_{63} \cdot \mu_{63}$		мм			
Под золотник	$M_3 = M + T_w(L_p + L_{63})$		N·мм			
	$M_3' = M' - T_w' \cdot L_p'$		N·мм			
	$M_{31} = M_1 + T_{w1}(L_{63} - L_p'')$		N·мм			
	$M_{32} = M_2 + T_{w1}(L_p + L_{63})$		N·мм			
	$M_{31}' = M_1' + T_{w1}' \cdot L_p$		N·мм			
	$M_{32}' = M_2' - T_w' \cdot L_p'$		N·мм			
	$M_3 = \max(M_{31}; M_{32})$		N·мм			
	$M_3' = \max(M_{31}'; M_{32}')$		N·мм			
	В сторону закрытия M_3		N·мм			
	В сторону открытия M_3'		N·мм			

Окончание таблицы А.1

Расчетные величины и формулы	Размерность	DN					
Расчет от максимального крутящего момента, развиваемого маховиком (рукояткой) или электроприводом (расчет сверху)							
Вид привода	—						
M_{kp} (см. 3.19)	$H \cdot mm$						
$Q_{0M1} = \frac{M_{kp}}{1,15 \cdot l_p}$	H						
Под золотник	$Q_{0M} = Q_{0M1}$ (или см. примечание)	H					
	$Q_{0M} = Q_{0M1} + Q_{cp}$	H					
	$Q_{ym} = Q_{0M1} - Q_{cp} - T_c$ (или см. примечание) $Q_{ym} = Q_{0M1} - T_c$	H					
На золотник	$Q_{cp} > Q_{0M1} + Q_{cp} - Q_{wp}$	H					
	Q_{wp}	H					
	$Q_{0M} = Q_{0M1}$ (или см. примечание)	H					
	$Q_{0M} = Q_{0M1} + Q_{wp} - Q_{cp}$	H					
	$Q_{ym} = Q_{0M1} + Q_{cp} - Q_{wp} - T_c$ (или см. примечание) $Q_{ym} = Q_{0M1} - T_c$	H					
$q_{ym} = \frac{Q_{ym}}{l \cdot n_1 \cdot b}$		H/mm					
q_n (см. 3.16)		H/mm					
Условие прочности $q_{ym} \leq q_n$ (выполнено, не выполнено)		—					
П р и м е ч а н и е – Нижние формулы для Q_{0M} и Q_{ym} соответствуют закрытию без среды с последующей подачей среды							

**Приложение Б
(справочное)**

Условные плечи момента в резьбе

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

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

где

d – наружный диаметр резьбы;

d_{cp} – средний диаметр резьбы;

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

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

где

μ – коэффициент трения в резьбе;

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

где

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

h – ход резьбы: $h = t \cdot n$,

где

t – шаг резьбы;

n – число заходов в резьбе.

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

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

Продолжение таблицы Б.1

d, мм	Резьба			$L_p = \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$, мм									
	t, мм	d _{cp} , мм	α	μ = 0,1 $\rho = 5^\circ 43'$	μ = 0,15 $\rho = 8^\circ 32'$	μ = 0,17 $\rho = 9^\circ 39'$	μ = 0,20 $\rho = 11^\circ 19'$	μ = 0,25 $\rho = 14^\circ 02'$	μ = 0,30 $\rho = 16^\circ 42'$	μ = 0,35 $\rho = 19^\circ 18'$	μ = 0,40 $\rho = 21^\circ 49'$	μ = 0,45 $\rho = 24^\circ 14'$	
42	3	40,5	1°21'	0,2510	0,353	0,392	0,455	0,556	0,660	0,7632	0,8665	0,9695	
	6	39	2°48'	0,2920	0,390	0,431	0,490	0,591	0,690	0,7918	0,8935	0,9950	
	12	39	5°36'	0,3902	0,491	0,531	0,593	0,695	0,800	0,9052	1,0115	1,1183	
44	3	42,5	1°18'	0,2616	0,368	0,410	0,475	0,582	0,690	0,7987	0,9071	1,0151	
	8	40	3°38'	0,3293	0,432	0,473	0,535	0,638	0,740	0,8462	0,9518	1,0575	
	16	40	7°16'	0,4611	0,566	0,609	0,672	0,779	0,887	1,0000	1,1124	1,2256	
46	3	44,5	1°14'	0,2712	0,383	0,426	0,496	0,606	0,720	0,8334	0,9467	1,0597	
	8	42	3°28'	0,3395	0,446	0,490	0,555	0,663	0,774	0,8813	0,9919	1,1025	
	16	42	6°56'	0,4713	0,582	0,625	0,692	0,804	0,920	1,0322	1,1521	1,2701	
48	3	46,5	1°11'	0,2814	0,398	0,444	0,516	0,632	0,750	0,8685	0,9869	1,1048	
	8	44	3°19'	0,3498	0,462	0,506	0,574	0,687	0,800	0,9165	1,0321	1,1477	
	16	44	6°37'	0,4810	0,596	0,641	0,710	0,830	0,950	1,0691	1,1912	1,3141	
50	3	48,5	1°08'	0,2913	0,412	0,461	0,534	0,655	0,780	0,9035	1,0269	1,1497	
	8	46	3°10'	0,3595	0,476	0,523	0,594	0,712	0,830	0,9511	1,0717	1,1922	
	16	46	6°20'	0,4910	0,610	0,660	0,731	0,855	0,980	1,1036	1,2307	1,3584	
52	3	50,5	1°05'	0,3011	0,428	0,479	0,554	0,684	0,810	0,9382	1,0666	1,1945	
	8	48	3°02'	0,3694	0,492	0,541	0,615	0,737	0,862	0,9859	1,1115	1,2370	
	16	48	6°04'	0,5007	0,625	0,675	0,750	0,879	1,010	1,1379	1,2698	1,4024	
55	3	53,5	1°01'	0,3158	0,450	0,502	0,584	0,718	0,852	0,9904	1,1263	1,2616	
	8	51	2°51'	0,3841	0,514	0,566	0,645	0,773	0,905	1,0380	1,1711	1,3040	
	16	51	5°43'	0,5157	0,648	0,700	0,780	0,915	1,052	1,1900	1,3293	1,4693	
60	3	58,5	0°56'	0,3410	0,486	0,545	0,635	0,780	0,930	1,0781	1,2366	1,3743	
	8	56	2°36'	0,4093	0,551	0,608	0,694	0,838	0,980	1,1256	1,2711	1,4164	
	16	56	5°12'	0,5340	0,684	0,743	0,830	0,976	1,127	1,2760	1,4277	1,5799	
62	4	60	1°13'	0,3648	0,516	0,575	0,667	0,819	0,970	1,1226	1,2755	1,4277	
	10	57	3°12'	0,4471	0,591	0,650	0,737	0,885	1,030	1,1805	1,3300	1,4794	
	20	57	6°23'	0,6110	0,760	0,817	0,909	1,060	1,218	1,3706	1,5282	1,6866	
65	4	63	1°10'	0,3803	0,538	0,602	0,697	0,855	1,016	1,1756	1,3360	1,4957	
	10	60	3°02'	0,4617	0,615	0,675	0,768	0,920	1,077	1,2324	1,3894	1,5462	
	20	60	6°04'	0,6258	0,780	0,843	0,938	1,099	1,257	1,4224	1,5873	1,7531	
70	4	68	1°04'	0,4044	0,576	0,645	0,746	0,920	1,090	1,2622	1,4351	1,6072	
	10	65	2°48'	0,4867	0,651	0,718	0,817	0,985	1,150	1,3197	1,5583	1,6583	
	20	65	5°36'	0,6504	0,818	0,885	0,990	1,160	1,332	1,5086	1,6858	1,8638	
75	4	73	1°00'	0,4299	0,612	0,686	0,796	0,980	1,164	1,3502	1,5356	1,7202	
	10	70	2°36'	0,5116	0,689	0,760	0,870	1,045	1,225	1,4070	1,5889	1,7705	
	20	70	5°12'	0,6751	0,855	0,926	1,040	1,220	1,410	1,5950	1,7846	1,9748	
80	4	78	0°56'	0,4547	0,650	0,730	0,845	1,040	1,240	1,4375	1,6354	1,8324	
	10	75	2°26'	0,5370	0,727	0,802	0,918	1,109	1,301	1,4948	1,6893	1,8833	
	20	75	4°52'	0,7007	0,892	0,971	1,089	1,280	1,480	1,6827	1,8847	2,0872	
85	5	82,5	1°06'	0,4931	0,700	0,783	0,907	1,112	1,325	1,5341	1,7439	1,9528	
	12	79	2°46'	0,5892	0,790	0,870	0,991	1,200	1,395	1,6013	1,8071	2,0126	
	24	79	5°32'	0,7857	0,990	1,070	1,196	1,400	1,613	1,8279	2,0431	2,2591	
90	5	87,5	1°03'	0,5191	0,740	0,825	0,957	1,178	1,400	1,6227	1,8451	2,0665	
	12	84	2°36'	0,6140	0,828	0,913	1,040	1,255	1,470	1,6884	1,9067	2,1246	
	24	84	5°12'	0,8101	1,025	1,115	1,245	1,465	1,690	1,9141	2,1415	2,3698	
95	5	92,5	0°59'	0,5433	0,777	0,869	1,010	1,240	1,475	1,7093	1,9442	2,1780	
	12	89	2°27'	0,6386	0,865	0,955	1,090	1,319	1,545	1,7754	2,0061	2,2365	
	24	89	4°55'	0,8355	1,065	1,151	1,296	1,529	1,761	2,0015	2,2414	2,4819	

Окончание таблицы Б.1

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

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

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

Продолжение таблицы Б.2

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

Окончание таблицы Б.2

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

Генеральный директор АО «НПФ «ЦКБА»



С.М. Алексеев

Директор по научной и экспертной работе



Ю.И. Тарасьев

Главный конструктор



В.П. Лавреженкова

Начальник отдела технических расчетов



А.А. Чертенков

Начальник технического отдела



Т.Н. Венедиктова

Исполнитель



Н.Ю. Цыганкова

Ведущий инженер-конструктор

СОГЛАСОВАНО

Председатель ТК 259



М.И. Власов

Лист регистрации изменений

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