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

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

ЦКБА

СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 121–2018

Арматура трубопроводная

КЛАПАНЫ ЗАПОРНЫЕ СИЛЬФОННЫЕ И САЛЬНИКОВЫЕ С ВВИНЧИВАЕМЫМ ШПИНДЕЛЕМ И НЕВРАЩАЕМЫМ ШТОКОМ

Методика силового расчета

АО «НПФ «ЦКБА»
2018

gost.e-ecolog.ru

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 трапецеидальная. 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;

$M_р$ и $M_р'$ – моменты в резьбе в конечный момент закрытия и начальный момент открытия соответственно;

$M_{р1}$ и $M_{р1}'$ – моменты в резьбе (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии соответственно;

$M_п$ и $M_п'$ – моменты трения в пяте в конечный момент закрытия и начальный момент открытия соответственно;

$M_{б1}$ и $M_{б1}'$ – 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;

$Q_в$ и $M_в$ – усилие по шпинделю и крутящий момент на маховике или рукоятке при создании верхнего уплотнения;

$Q_м$ и $Q_м'$ – необходимые усилия на маховике или рукоятке при закрытии и открытии соответственно;

$Q_{ом}$ – максимально возможное усилие вдоль шпинделя при расчете сверху;

$q_{ум}$ – максимально возможная удельная нагрузка в уплотнении при расчете сверху;

$q_п$ – 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;

$М_э$ и $М_э'$ – наибольшие крутящие моменты на приводном валу электропривода;

$М_{э1}$ и $М_{э1}'$ – крутящие моменты на приводном валу электропривода (подача среды на золотник) при подходе золотника к седлу при закрытии и отрыве золотника от седла при открытии;

$М_{э2}$ и $М_{э2}'$ – 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;

$М_{рв}$ и $М_{бв}$ – моменты в резьбе и в бурте при создании верхнего уплотнения;

$М_{рз}$ и $М_{ро}'$ – моменты в резьбе в начальный момент закрытия и конечный момент открытия;

$М_з$ и $М_з'$ – 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;

$M_{кр}^*$ – крутящий момент, по которому подбирается маховик или рукоятка;

$M_{кр}$ – 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);

$Q_у$ и $Q_{у0}$ – усилия, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \to 0$ соответственно;

$Q_{ом1}$ – максимальное усилие вдоль шпинделя при закрытии без среды;

$Q_{ум}$ – максимально возможное усилие уплотнения при расчете сверху;

Q_2 – усилие вдоль шпинделя, соответствующее уплотнению разгрузочного золотника при отсутствии перепада давлений;

$Q_з$ и $Q_з'$ – 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;

$T_с$ – сила трения в сальнике;

l – длина линии уплотнения;

n_1 – коэффициент, учитывающий угол наклона β и трение в уплотнении;

$q_у$ и $q_{у0}$ – погонные нагрузки, необходимые для уплотнения при давлении P и при $P \to 0$ соответственно;

$q_{у1}$, $q_{у2}$, $q_у'$ и $q_{у10}$ – погонные нагрузки при расчете $q_у$ и $q_{у0}$;

$L_у$ – условное плечо момента трения в уплотнении;

$L_р$, $L_р'$, $L_р''$ – условные плечи момента в резьбе шпинделя;

$d_{ср}$ – средний диаметр резьбы шпинделя;

$d_б$ и $d_{бэ}$ – средние диаметры бурта (рисунок 1);

$d_о$ – диаметр отверстия в основном золотнике, через которое проходит среда при разгрузке (подача среды на золотник при разгрузочном золотнике);

$L_б$ $L_б'$, $L_{бэ}$ – условные плечи момента трения в бурте;

$D_м$* (L*) – диаметр маховика (длина рукоятки), развивающего (с округлением в большую сторону) момент $M_{кр}$*;

$D_м$ (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;

$\mu_у$ – коэффициент трения в уплотнении;

$\mu_б$ и $\mu_{бэ}$ – коэффициенты трения в буртах;

$\mu_п$ – коэффициент трения в пяте;

μ и μ' – коэффициенты трения в резьбе (движения и покоя соответственно);

m – 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:

$$q_{ум} \leq q_п.$$

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, $D_н$, H, $D_м$ (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 $Q(Q_в)$ при $Q_y \le Q_{ср}$ заменяют формулой $Q(Q_в)$ при $Q_y > Q_{ср}$.

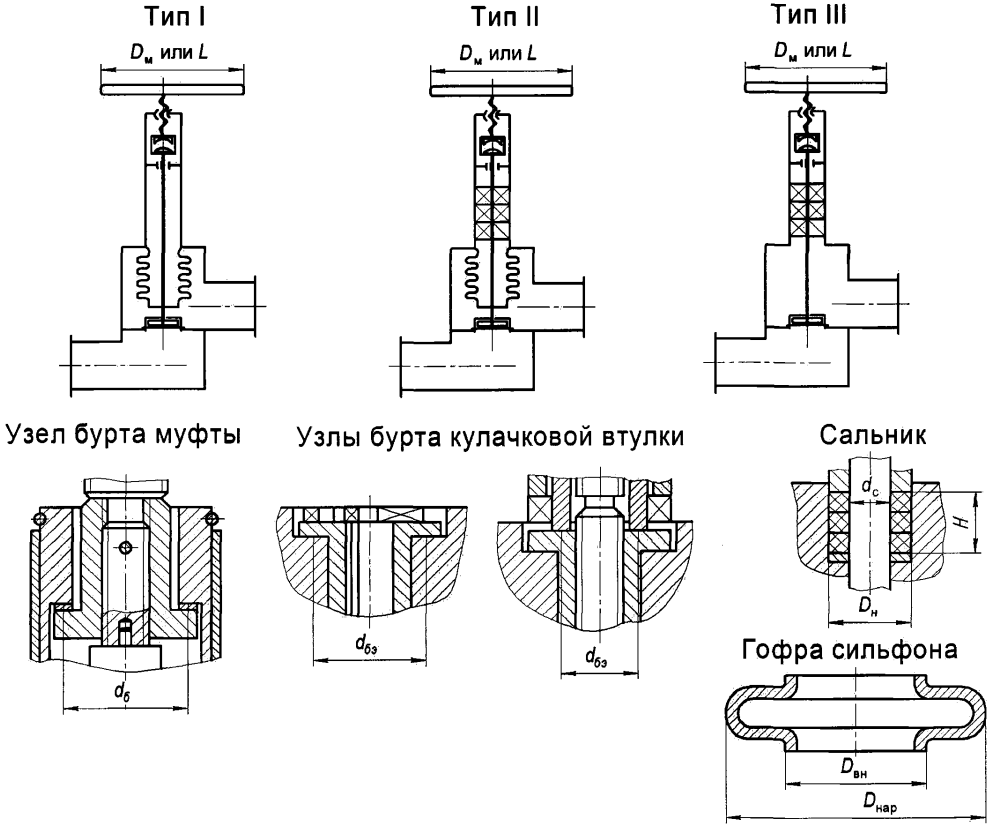


Рисунок 1 – Схемы клапанов, буртов и уплотнений шпинделя

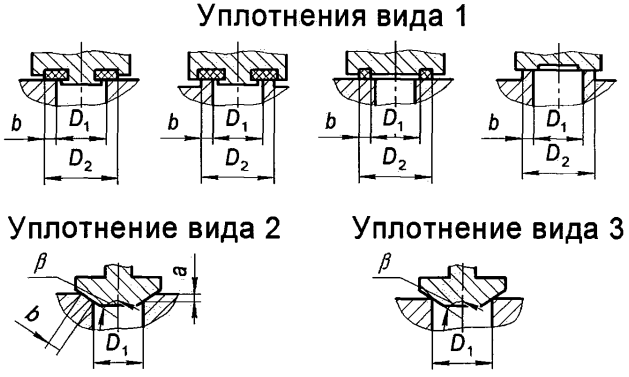


Рисунок 2 – Виды уплотнений затвора

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 ($\Delta P \le P_1 \le P$), то формулу для Q_1' и $\bar{Q}_1'$ 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 $d_б$ 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 $d_{бэ}$ (при наличии электропривода) принимают средний диаметр касания бурта кулачковой втулки и опоры. При закрытии этот бурт воспринимает силу в шлицах (шпонке). При открытии сила трения в шлицах (шпонке) передается

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

3.9 Если $Q_1 \le 0$ или $Q_1' \le 0$, 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 $\tilde{Q}_1 \le 0$ $x_1 = 1{,}0$;

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

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

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 $\tilde{Q}_1 \le 0$ $x_1 = 1{,}1$;

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

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

3.13 Момент трения в пяте $M_п$ между пятой штока и подпятником шпинделя в конечный момент закрытия приближенно принимают равным $y \cdot M_р$. Рекомендуется $y \approx 0{,}15$.

Формула для $M_п$ имеет вид:

$$M_п = Q \cdot \mu_п \cdot d_п / 4,$$

где $d_п$ – диаметр площадки контакта.

Диаметр $d_п$ определяют по формуле:

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

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/см^2).

Формула для $d_п$ справедлива, если величина $d_п$ 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:

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

где момент трения в пяте $M_п$ 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:

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

в) для шлицов (шпонки), передающих вращение от приводного вала к шпинделю, усилие $T_ш$ определяют их уравнения:

$$T_ш = \frac{M_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп}} - L_р} \text{ или } T_ш = \frac{M_{без}}{\frac{R_{шп}}{\mu_{шп}} + L_р''(\text{или } L_р')};$$

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 $L_р$ и $L_р'$ приведены в справочном приложении Б.

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

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

Коэффициенты трения μ, $\mu_у$, $\mu_п$, $\mu_б$ и $\mu_{бэ}$ принимают по СТ ЦКБА 057 и СТ ЦКБА 060.

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

3.18 Выбор маховика (рукоятки) проводят по СТ ЦКБА 072 по крутящему моменту $М_{кр}$* (с округлением в бóльшую сторону).

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

Если клапан управляется электроприводом, $М_{кр}$ 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					
Основные усилия									
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						
	$D_{ср} = 0,5(D_1 + D_2)$		мм						
	$b = 0,5(D_2 - D_1)$		мм						
Вид 2	D_1		мм						
	β		градус						
	a		мм						
	$D_{ср} = D_1 + a\,tg\,\beta$		мм						
	$b = a/\cos\beta$		мм						
Вид 3	$D_{ср} = D_1$		мм						
	β		градус						
Тип I и II	Шифр сильфона и документ		–						
	См. 3.5	$D_{нар}$	мм						
		$D_{вн}$	мм						
		$D_{выт} = 0,5(D_{нар} + D_{вн})$	мм						
Тип II и III	d_c		мм						
Тип III	$D_{выт} = d_c$		мм						
$F = \frac{\pi}{4} D_{ср}^2$			мм^2						
См. 3.5	$F_{шп} = \frac{\pi}{4} D_{выт}^2$		мм^2						
См. 3.4	$Q_{ср} = P \cdot F$ (или $Q_{ср} = \Delta P \cdot F$ – при ΔP)		Н						
	$Q_{шп} = P \cdot F_{шп}$ (или $Q_{шп} = P_1 \cdot F_{шп}$ – при ΔP)		Н						
Под золотник	ΔP не задано	$Q_{ср.м} = \max(Q_{ср}; Q_{шп})$	Н						
	ΔP задано	$Q_{ср.м} = \max(Q_{ср}+Q_{шп}; P \cdot F_{шп})$	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						
		$Q_y = \pi \cdot D_{ср} \cdot b \cdot q_y$	Н						
		q_y' (см. 3.14)	Н/мм						
		$l = \pi \cdot D_{ср}$	мм						
		μ_y (см. 3.14)	–						
		$n_1 = \sin\beta + \mu_y \cdot \cos\beta$ (для вида 1 $n_1 = 1$)	–						
		$Q_y = q_y' \cdot l \cdot n_1$	Н						
$Q_y \le Q_{ср}$; на золотник или верхнее уплотнение		$q_{y10} = m \cdot c \sqrt{0{,}1b}$	Н/мм						
		$q_{y0} = q_{y10}$	Н/мм						
		$Q_{y0} = q_{y0} \cdot l \cdot n_1$	Н						
		$q_{y0} = m \cdot c / \sqrt{10b}$	МПа						
		$Q_{y0} = \pi \cdot D_{ср} \cdot b \cdot q_{y0}$	Н						
x (см. 3.10, 3.11, 3.12)			–						
Сила трения в сальнике (для типа I $T_c = 0$)									
Материал набивки			–						
$D_н$			мм						
d_c			мм						
H			мм						
См. 3.15	T_c		Н						
Наибольшее усилие вдоль шпинделя									
Под золотник		$Q = x(Q_{ср\,м} + Q_y + T_c)$	Н						
		$Q_0 = Q$	Н						
На золотник		$\tilde{Q}_1 = Q_{ср} - Q_{шп} - T_c$ (с учетом знака)	Н						
		x_1 (см. 3.11, 3.12)	–						
		$Q_1 = x_1 \cdot \tilde{Q}_1$ (с учетом знака)	Н						
	См. 3.4	$\tilde{Q}_1' = Q_{ср} - Q_{шп} + T_c$ (с учетом знака)	Н						
		x_1' (см. 3.11 и 3.12)	–						
		$Q_1' = x_1' \cdot \tilde{Q}_1'$ (с учетом знака)	Н						
	См. 3.3	$Q_y \le Q_{ср}$ $Q = x(Q_{y0} + Q_{шп} + T_c)$	Н						
		$Q_y > Q_{ср}$ $Q = x(Q_y + Q_{шп} + T_c)$	Н						
		$Q_0 = \max(Q; \lvert Q_1 \rvert \lvert Q_1' \rvert)$ (см. 3.4)	Н						
Наибольший крутящий момент в резьбе и момент трения в пяте									
Резьба $d \times t$			мм						
Материал шпинделя			–						
Материал резьбовой втулки			–						
μ (см. 3.16)			–						
$\mu' = 1{,}3 \cdot \mu$			–						
L_p (см. 3.15)			мм						
L_p' (см. 3.15)			мм						

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы			Размерность	DN					
На золотник	$d_{ср}$		мм						
	$L_p'' \approx \frac{\mu \cdot d_{ср}}{2} - \frac{t}{2\pi}$		мм						
	$Q_1 \geq 0$	$M_{p1} = Q_1 \cdot L_p''$	Н·мм						
	$Q_1' \geq 0$	$M_{p1}' = Q_1' \cdot L_p$	Н·мм						
$M_p = Q \cdot L_p$			Н·мм						
$M_p' = Q \cdot L_p'$			Н·мм						
y (рекомендуется $y \approx 0{,}15$)			–						
$M_п = y \cdot M_p$			Н·мм						
$M_п' = 1{,}3 \cdot M_п$			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	$d_б$		мм						
	Материал деталей, определяющих $d_б$		–						
	$\mu_б$ (см. 3.16)		–						
$L_б = 0{,}5 \cdot d_б \cdot \mu_б$			мм						
На золотник	$Q_1 \geq 0$	$M_{б1} = Q_1 \cdot L_б$	Н·мм						
	$Q_1' \geq 0$	$M_{б1}' = Q_1' \cdot L_б$	Н·мм						
Усилия и моменты при создании верхнего уплотнения									
x_2 (см. 3.11, 3.12)									
См. 3.3, 3.8	$Q_y > Q_{ср}$	$Q_в = x_2(Q_y + T_c)$	Н						
	$Q_y \leq Q_{ср}$	$Q_в = x_2(Q_{y0} + T_c)$	Н						
$M_{рв} = Q_в \cdot L_p$			Н·мм						
$M_{бв} = Q_в \cdot L_б$			Н·мм						
$M_в = M_{рв} + M_{бв}$			Н·мм						
Усилия и моменты при наличии ΔP (подача среды на золотник)									
Закрытие и открытие при ΔP	$Q_{шп}' = P \cdot F_{шп}$		Н						
	$Q_з = x(Q_{шп}' + T_c)$		Н						
	$M_з = 1{,}15 \cdot Q_з \cdot L_p$		Н·мм						
	$\tilde{Q}_з' = (Q_{шп}' - T_c)$ (с учетом знака)		Н						
	$x_з'$ (см. 3.11 и 3.12)		–						
	$Q_з' = x_з' \cdot \tilde{Q}_з'$ (с учетом знака)		Н·мм						
	$Q_з' > 0$	$M_з' = 1{,}15 \cdot Q_з' \cdot L_p''$	Н·мм						
	$Q_з' \leq 0$	$M_з' = \lvert Q_з' \rvert \cdot (L_p + L_{б1}) + M_c$	Н·мм						
	$Q_0 = \max(Q; \lvert Q_1 \rvert; \lvert Q_1' \rvert; Q_з)$		Н						
	См. 3.10	$M = \max(M_1; M_2; M_з)$ (Величины M_1 и M_2 см. ниже)	Н·мм						
		$M' = \max(M_1'; M_2'; M_з')$ (Величины M_1' и M_2' см. ниже)	Н·мм						
Только открытие при ΔP	$Q_{ср}' = \Delta P \cdot F$		Н						
	$\tilde{Q}_1' = Q_{ср}' - P_1 \cdot F_{шп} + T_c$ (с учетом знака)		Н						
	x_1' (см. 3.11 и 3.12)		–						
	$Q_1' = x_1' \cdot \tilde{Q}_1'$ (с учетом знака)		Н						

Продолжение таблицы А.1

Расчетные величины и формулы				Размерность	DN					
Расчетный крутящий момент на маховике (рукоятке)										
Под золотник			$M = M_р + M_б$	Н·мм						
			$M' = M_р' + M_б'$	Н·мм						
На золотник	$Q_1 > 0$		$M_1 = M_{р1} + M_{б1}$	Н·мм						
			$M_2 = M_р + M_б$	Н·мм						
	$Q_1' > 0$		$M_1' = M_{р1}' + M_{б1}'$	Н·мм						
			$M_2' = M_р' + M_б'$	Н·мм						
	См. 3.4, 3.7		$M = \max(M_1; M_2)$	Н·мм						
			$M' = \max(M_1'; M_2')$	Н·мм						
$M_{расч} = \max(M; M')$				Н·мм						
Диаметр маховика (длина рукоятки) и необходимое усилие на маховике (рукоятке)										
Для редуктора	№ редуктора			–						
	i	(При отсутствии редуктора $i = 1$; $\eta = 1$)		–						
	η			–						
$M_{кр}^* = \frac{1{,}25 \cdot M_{расч}}{i \cdot \eta}$				Н·мм						
Вид ручного привода				–						
Расположение маховика (рукоятки) (вертикальное, горизонтальное)				–						
$D_м^*$ (или L^*) (см. 3.18)				мм						
Диаметр маховика (длина рукоятки) по чертежу $D_м$ (или L)				мм						
$Q_м = \frac{2 \cdot M}{D_м(\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$		Для ключей	$Q_м = \frac{M}{L \cdot i \cdot \eta}$	Н						
$Q_м' = \frac{2 \cdot M'}{D_м(\text{или } L) \cdot i \cdot \eta}$			$Q_м' = \frac{M'}{L \cdot i \cdot \eta}$	Н						
Определение усилия трения в шлицах (шпонке) и крутящих моментов для настройки электропривода										
$T_ш = 0{,}1 \cdot Q$				Н						
$T_ш' = 1{,}3 \cdot T_ш$				Н						
На золотник	$Q_1 > 0$		$T_{ш1} = 0{,}1 \cdot Q_1$	Н						
	$Q_1' > 0$		$T_{ш1}' = 0{,}1 \cdot Q_1'$	Н						
См. 3.7	$d_{бэ}$			мм						
	Материалы деталей, определяющих $d_{бэ}$			–						
	$\mu_{бэ}$ (см. 3.16)			–						
$L_{бэ} = 0{,}5 \cdot d_{бэ} \cdot \mu_{бэ}$				мм						
Под золотник			$M_э = M + T_ш(L_р + L_{бэ})$	Н·мм						
			$M_э' = M' - T_ш' \cdot L_р'$	Н·мм						
На золотник	$Q_1 > 0$		$M_{э1} = M_1 + T_{ш1}(L_{бэ} - L_р'')$	Н·мм						
			$M_{э2} = M_2 + T_ш(L_р + L_{бэ})$	Н·мм						
	$Q_1' > 0$		$M_{э1}' = M_1' + T_{ш1}' \cdot L_р$	Н·мм						
			$M_{э2}' = M_2' - T_ш' \cdot L_р'$	Н·мм						
			$M_э = \max(M_{э1}; M_{э2})$	Н·мм						
			$M_э' = \max(M_{э1}'; M_{э2}')$	Н·мм						
В сторону закрытия $M_э$				Н·мм						
В сторону открытия $M_э'$				Н·мм						

Окончание таблицы А.1

Расчетные величины и формулы			Раз-мер-ность	*DN*					
Расчет от максимального крутящего момента, развиваемого маховиком (рукояткой) или электроприводом (расчет сверху)									
Вид привода			–						
$M_{кр}$ (см. 3.19)			Н·мм						
$Q_{0м1} = \frac{M_{кр}}{1{,}15 \cdot L_р}$			Н						
Под золотник	$Q_{0м} = Q_{0м1}$ (или см. примечание)		Н						
	$Q_{0м} = Q_{0м1} + Q_{ср}$		Н						
	$Q_{ум} = Q_{0м1} - Q_{ср} - T_с$ (или см. примечание)		Н						
	$Q_{ум} = Q_{0м1} - T_с$		Н						
На золотник	$Q_{ср} > Q_{шп}$	$Q_{0м} = Q_{0м1} + Q_{ср} - Q_{шп}$	Н						
		$Q_{ум} = Q_{0м} - T_с$	Н						
	$Q_{ср} < Q_{шп}$	$Q_{0м} = Q_{0м1}$ (или см. примечание)	Н						
		$Q_{0м} = Q_{0м1} + Q_{шп} - Q_{ср}$	Н						
		$Q_{ум} = Q_{0м1} + Q_{ср} - Q_{шп} - T_с$ (или см. примечание)	Н						
		$Q_{ум} = Q_{0м1} - T_с$	Н						
$q_{ум} = \frac{Q_{ум}}{l \cdot n_1 \cdot b}$			Н/мм						
$q_п$ (см. 3.16)			Н/мм						
Условие прочности $q_{ум} \leq q_п$ (выполнено, не выполнено)			–						
Примечание – Нижние формулы для $Q_{0м}$ и $Q_{ум}$ 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 $L_р$ и в начале открытия $L_р'$ запорного элемента для шпинделей с трапецеидальной однозаходной и двузаходной резьбой по ГОСТ 9484 приведены в таблицах Б.1 и Б.2 и определяются по формулам:

$$L_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\alpha + \rho) \text{ и } L'_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\rho' - \alpha),$$

где

d – наружный диаметр резьбы;

$d_{ср}$ – средний диаметр резьбы;

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

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

где

μ – коэффициент трения в резьбе;

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

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

Окончание таблицы Б.1

d, мм	Резьба			$L_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\alpha + \rho)$, мм								
	t, мм	$d_{ср}$, мм	α	μ = 0,1 ρ = 5°43'	μ = 0,15 ρ = 8°32'	μ = 0,17 ρ = 9°39'	μ = 0,20 ρ = 11°19'	μ = 0,25 ρ = 14°02'	μ = 0,30 ρ = 16°42'	μ = 0,35 ρ = 19°18'	μ = 0,40 ρ = 21°49'	μ = 0,45 ρ = 24°14'
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			$L'_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\rho' - \alpha)$, мм								
	t, мм	$d_{ср}$, мм	α	$\mu' = 0{,}13$ $\rho' = 7°27'$	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°34'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$	$\mu' = 0{,}445$ $\rho' = 26°04'$	$\mu' = 0{,}520$ $\rho' = 29°48'$	$\mu' = 0{,}585$ $\rho' = 33°31'$
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			$L'_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\rho' - \alpha)$, мм								
	t, мм	$d_{ср}$, мм	α	$\mu' = 0{,}13$ $\rho' = 7°27'$	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°34'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$	$\mu' = 0{,}445$ $\rho' = 26°04'$	$\mu' = 0{,}520$ $\rho' = 29°48'$	$\mu' = 0{,}585$ $\rho' = 33°31'$
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			$L'_р = \frac{d_{ср}}{2}\mathrm{tg}(\rho' - \alpha)$, мм								
	t, мм	$d_{ср}$, мм	α	$\mu' = 0{,}13$ $\rho' = 7°27'$	$\mu' = 0{,}195$ $\rho' = 11°02'$	$\mu' = 0{,}221$ $\rho' = 12°28'$	$\mu' = 0{,}260$ $\rho' = 14°34'$	$\mu' = 0{,}325$ $\rho' = 18°00'$	$\mu' = 0{,}390$ $\rho' = 21°18'$	$\mu' = 0{,}445$ $\rho' = 26°04'$	$\mu' = 0{,}520$ $\rho' = 29°48'$	$\mu' = 0{,}585$ $\rho' = 33°31'$
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 Ведущий инженер-конструктор	Н.Ю. Цыганкова

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
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

gost.e-ecolog.ru