

Общество с ограниченной ответственностью
ООО "АНКОС"

614007, г. Пермь, ул.25 Октября, 89

**РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ
ЗКБ 175.00.000 РР**



**ЗАДВИЖКА КЛИНОВАЯ 80-4,0
30лс15нж**

Дата введения: _____
Без ограничения срока действия


2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|---|-------------------------------------|----|
| 1 | Расчет задвижки | 2 |
| 2 | Расчет показателей надежности | 7 |
| 3 | Расчет резьбовых соединений | 8 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А Общий вид задвижки клиновой 30лс15нж ЗКБ 80-4,0..... | | 10 |

| | | | |
|-------------|--|--|--|
| Согласовано | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|----------|------|---|------|---|--|--|--|--------------------|------|--------|
| | | | | | | ЗКБ 175.00.000 РР | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | №док | Подп. | Дата | Задвижка клиновая 80-4,0 30лс15нж Расчет на прочность ООО «АНКОС» | | | | | | |
| Разраб. | | Штурмина | |  | 2017 | | | | | Стадия | Лист | Листов |
| Провер. | | | | | 2017 | | | | | | 1 | 10 |
| ГИП | | | | | 2017 | | | | | ООО «АНКОС» | | |
| Н.контр | | | | | 2017 | | | | | | | |

1 Расчет задвижки

Исходные данные: p – условное давление, принимаем равным 4 МПа;

$D_в$ – внутренний диаметр уплотнительного кольца, принимаем рав 104 мм;

$D_н$ – наружный диаметр уплотнительного кольца, принимаем рав ым 124 мм; b – ширина уплотнительного кольца, принимаем равной 10 мм;

h – высота сальника, принимаем равной 8,4 мм; ым

R_c – средний радиус опорного заплечика втулки или радиус до цент шариков подшипника, принимаем равным 38 мм; r_c – средний радиус резьбы, принимаем равным 13,03 мм.

тра

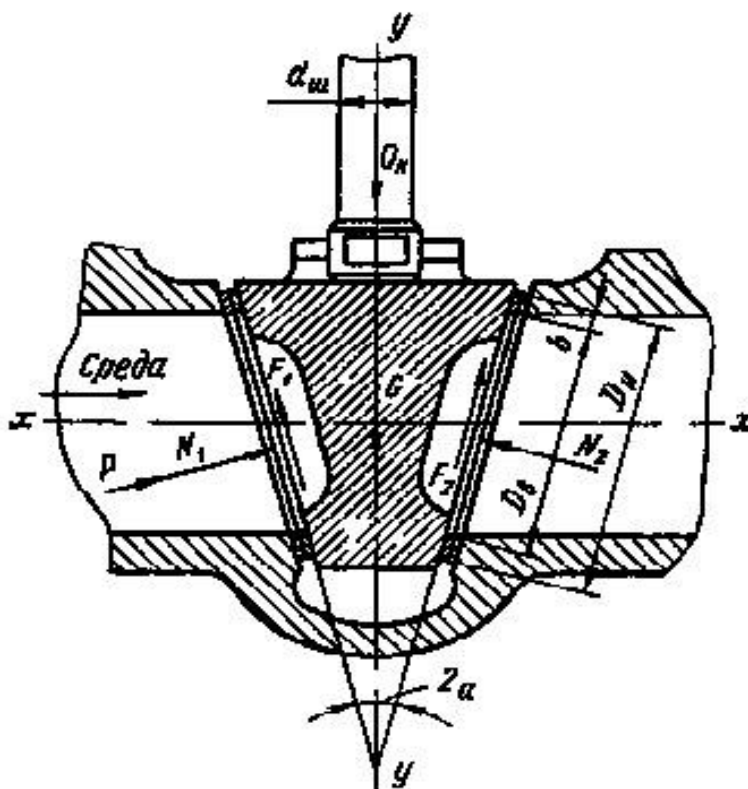


Рисунок 1 - Схема сил действующих на клин

Наибольшее осевое усилие на шпинделе возникает в момент закрытия задвижки, когда на клин со стороны входа среды действуют следующие силы (рисунок 1).

ТИЯ
ЛЫ

$$F_1 \approx N_1 \cdot f \approx 3,57 \cdot 10^3 \approx 0,15 \approx 536,94 \text{ Н};$$

(1.3)

где f – коэффициент трения на уплотнительной поверхности (при $f=0,15$).

В момент закрытия клин прижимается к уплотнительной поверхности стороны входа среды под действием сил P , N_1 , F_1 и на уплотнительной поверхности со стороны выхода среды возникают реакция N_2 и сила тре

| | | | | | | | |
|--------------|-------------------|--------|------|--------|-------|------|------|
| Подп. и дата | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | |
| Инв. № подл. | ЗКБ 175.00.000 РР | | | | | | Лист |
| | | | | | | | |
| | Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | |

| | |
|--|---|
| | 4 |
|--|---|

$F_2 \square N_2 \square f$, действующие на клин. На клин также действуют сила давлени

шпинделя Q и сила тяжести G , направленные по оси $y - y$.

Из условия равенства нулю суммы проекций на ось $x - x$ всех действующих на клин,

$$\square P \square N_1 \square \square \cos \square \square F_1 \square \sin \square \square N_2 \square \cos \square \square N_2 \square f \square \sin \square \square 0; \quad (1.4)$$

можно определить силу

$$N_2 \square \cos 1 \square \square \cos \square \square f \square \square \sin F_1 \square \square \sin \square; \quad (1.5) \square P \square N$$

Принимают $\alpha = 5^0$, поэтому, учитывая малую величину $\sin \alpha$, найдем

$$N_2 \square P \square N_1 \square 3,84 \cdot 10^4 \square 3,5 \cdot 10^3 \square 4,19 \cdot 10^4 \text{ Н}. \quad (1.6)$$

Усилие Q_k , которое нужно приложить к оси шпинделя для преодоления сил, действующих на клин, определяют из условия равенства нулю сум проекций на ось $y - y$ всех сил, действующих на клин:

$$Q \square G \square P \square N_k \square \square \square \square 1 \square \square \sin \square \square F_1 \square \cos \square \square N_2 \square \sin \square \square F_2 \square \cos \square \square 0. \quad (1.7)$$

Учитывая, что $F_2 \square N_2 \square f$, получаем:

$$Q_k \square P \square \square 2 \square \sin \square \square f \square \cos \square \square \square 2 N_1 \square \square \sin \square \square f \square \cos \square \square \square G; \quad (1.8)$$

или при $\alpha = 5^0$ и $f = 0,15$

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |

$$Q_k = 0,32 P = 0,47 N_1 G. \quad (1.9)$$

Так как G мы измерить не можем, то принимаем её равной 394,94 Н, то да:

$$Q_k = 0,32 \cdot 3,84 \cdot 10^3 \cdot 0,47 \cdot 3,5 \cdot 10^3 \cdot 394,94 \cdot 1,35 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

Усилие на шпинделе, необходимое для преодоления трения в сальниках, равно:

$$Q_c = \pi d_{ш} p = 3,14 \cdot 0,032 \cdot 0,4 \cdot 0,0084 \cdot 4 \cdot 10^6 \cdot 1,35 \cdot 10^3 \text{ Н}; \quad (1.10)$$

где $d_{ш}$ – диаметр шпинделя, $d_{ш} = 32$

мм; h – высота сальника $h = 8,4$ мм; $f =$

0,1 – коэффициент трения.

Усилие на шпинделе от внутреннего давления на торец шпинделя:

$$Q_p = \pi d_{ш}^2 p = 4 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,032^2 \cdot 3,21 \cdot 10^3 \text{ Н}. \quad (1.11)$$

$Q =$

Следовательно, суммарное осевое усилие, сжимающее шпиндель:

$$Q_{\text{сум}} = Q_k + Q_c = 0 \cdot 1,35 \cdot 10^4 + 1,35 \cdot 10^3 \cdot 3,21 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^4 \text{ Н}. \quad (1.12)$$

Момент трения, возникающий в резьбе:

$$M_1 = Q r \operatorname{tg} \alpha_1 \left(1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \alpha_1 \right) = 1,8 \cdot 10^4 \cdot 0,01303 \cdot 60^0 \cdot 6^0 \cdot 5,26 \cdot 10^2 \text{ Н м} ; \quad (1.1)$$

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗКБ 175.00.000 РР | Лист |
| | | | | | | | 5 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

где r_c – средний радиус

резьбы; α_1 – угол подъёма

нарезки; $\varphi = 6^0$ – угол трения.

Крутящий момент M , который необходимо приложить к маховику, чтобы закрыть задвижку, складывается из момента трения в резьбе M_1 и момента трения в подшипнике втулки шпинделя M_2 :

$$M = M_1 + M_2 = 5,26 \cdot 10^4 + 82,353 \cdot 608,353 \text{ Н м} . \quad (1.14)$$

Момент трения в подшипнике втулки:

$$M_2 = Q f R_c = 1,806 \cdot 10^4 \cdot 0,12 \cdot 0,038 \cdot 82,353 \text{ Н м} ; \quad (1.15)$$

где R_c – средний радиус опорного заплечика втулки, или радиус до центров шариков подшипника; f – коэффициент трения ($f = 0,1 - 0,15$ для опоры скольжения и $f = 0,01$ опоры качения), принимаем $f = 0,12$.

Уплотнительные кольца клина и корпуса рассчитывают на удельное давление. Наибольшая сила прижатия на уплотнительных поверхностях возникает со стороны выхода среды. Давление на уплотнительных поверхностях

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

$$q = \frac{4N_2}{(1.16)} \approx 4 \cdot 4,19 \cdot 10^4 \approx 1,676 \cdot 10^5 \text{ Па}; \quad N_2$$

IX:

$$p = \frac{D D_n^2}{e^2} \approx 3,14 \cdot 0,124^2 \approx 0,104^2$$

где D_n и D_v – внутренний и наружный диаметры уплотнительного кольца

Для колец из коррозионностойкой стали удельное давление не должно превышать 40 – 60 МПа, для колец из бронзы - 16 МПа, для колец, наплавленных твёрдым сплавом, - 60 МПа.

а.
кно
ных

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|-------------------|------|
| | | | | | | ЗКБ 175.00.000 РР | Лист |
| | | | | | | | 6 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

| | |
|--|---|
| | 7 |
|--|---|

2 Расчет показателей надежности

ски,

Определим вероятность безотказной работы $P(t)$ клиновой задвижки работающего в нормальном режиме, при известной наработке $t=200$ ч интенсивности отказов $\lambda=13,5 \cdot 10^{-4}$ 1/ч.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ определим по формуле экспоненциального закона:

сле

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-13,5 \cdot 10^{-4} \cdot 200} = 0,76. \quad (2.1)$$

Определим вероятность безотказной работы $P(t)$ клиновой задвижки при модернизации, работающего в нормальном режиме, при известной наработке $t=300$ ч. и интенсивности отказов $\lambda=6,5 \cdot 10^{-4}$ 1/ч.

тке

Вероятность безотказной работы $P(t)$ определим по формуле экспоненциального закона:

уле

$$P(t) = e^{-\lambda t} = e^{-6,5 \cdot 10^{-4} \cdot 300} = 0,82. \quad (2.2)$$

Увеличение вероятности безотказной работы составляет 1,08 раза, т.е. на 7,89%.

на

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

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

3 Расчет резьбовых соединений

Исходные данные:

$d_{ш}$ – наружный диаметр резьбы, равный 18 мм;

z – количество шпилек на фланце, равно 8;

p – условное давление, принимаем равным 4 МПа;

P – шаг резьбы, 2 мм;

σ_B - предел прочности, равный 400 МПа;

σ_T - предел текучести 240 МПа;

$[\sigma_p]$ - допускаемое напряжение при растяжении, равное 200 МПа;

$[\sigma_{см}]$ - допускаемое напряжение при смятии, равное 300 МПа;

$[\tau_{ср}]$ - допускаемое напряжение при срезе, равное 300 МПа.

Расчетная площадь поперечного сечения резьбового стержня:

$$A_p = \frac{\pi d_{ш}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,018)^2}{4} = 2,54 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2. \quad (3.1)$$

Сила, действующая на шпильку:

$$F_{ш} = \frac{F}{zk} = \frac{35}{8 \cdot 2} = 2,2 \text{ МН}. \quad (3.2)$$

Напряжение на смятие резьбового соединения:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{ш}}{A_p \cdot z \cdot K_m} \leq [\sigma_{см}]. \quad (3.3)$$

$$\sigma_{см} = \frac{F_{ш}}{A_p \cdot z \cdot K_m} = \frac{2,2 \cdot 10^6}{2,54 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 0,87} = 129 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}] 300 \text{ МПа}.$$

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|-------------------|------|
| Инв. № подл. | Подл. и дата | Взам. инв. № | | | | | Лист |
| | | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | ЗКБ 175.00.000 РР | |

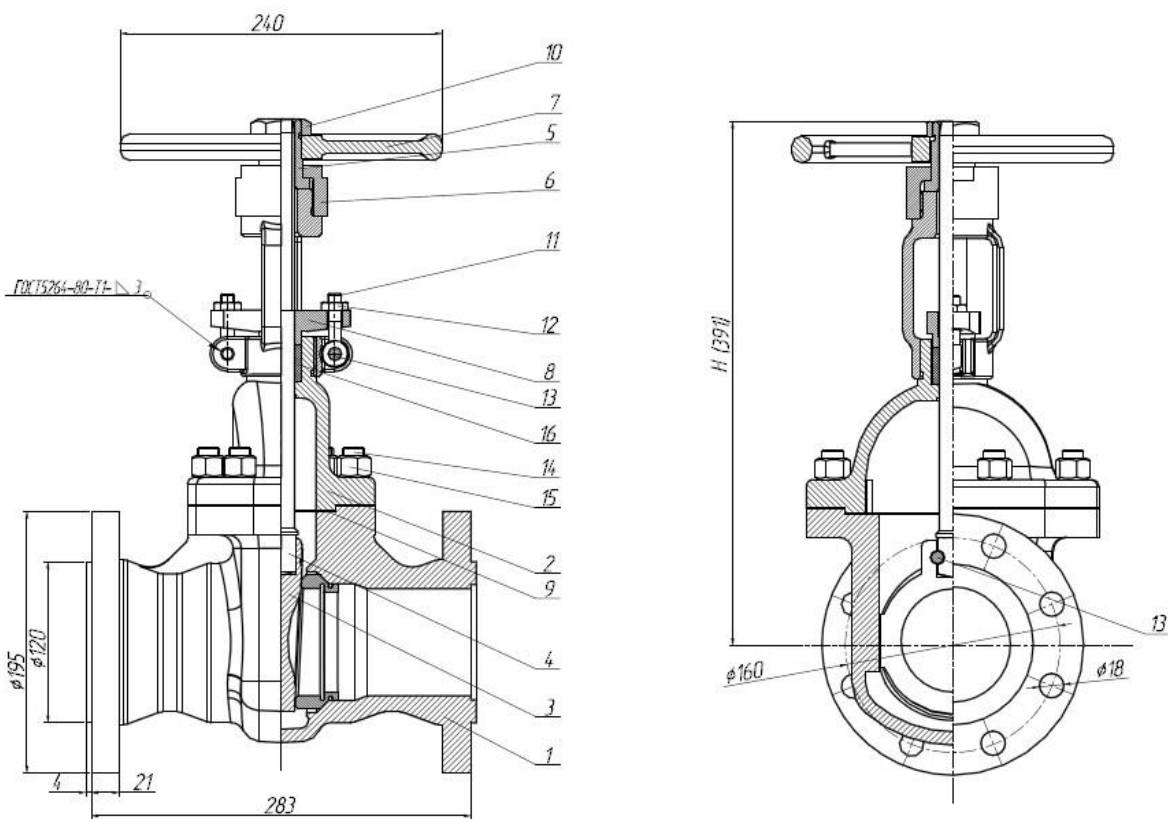
Напряжение на срез резьбового соединения:

$$\tau_{cp} = \frac{F_u}{A_p \cdot L \cdot k_1 \cdot k_m} \leq [\tau_{cp}] \tag{3.4}$$

$$\tau_{cp} = \frac{F_u}{A_p \cdot L \cdot k_1 \cdot k_m} = \frac{2,2 \cdot 10^6}{2,54 \cdot 10^{-4} \cdot 0,03 \cdot 0,54 \cdot 0,87} = 61 \text{ МПа} \leq [\tau_{cp}] = 300 \text{ МПа} .$$

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

| | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата |
| | | | | | |



где:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 – Корпус задвижки; | 9 – Прокладка; |
| 2 – Крышка задвижки; | 10 – Гайка 2М 30.5; |
| 3 – Клин; | 11 - Болт 7002-0570; |
| 4 – Шток; | 12 - Гайка 2М 10.5; |
| 5 – Втулка резьбовая; | 13 - Штифт 10Гх30; |
| 6 – Гайка установочная; | 14 - Шпилька 2М16-6g*45.109.40X.0 |
| 7 – Маховик; | 15 - Гайка АМ 16-7Н.10.40X.016; |
| | 8 – Сальник; |
| | 16 - Кольцо 00-В-А 32x20x5-ГФ-2. |

16;

Взам. инв. №

Полн. и дата

