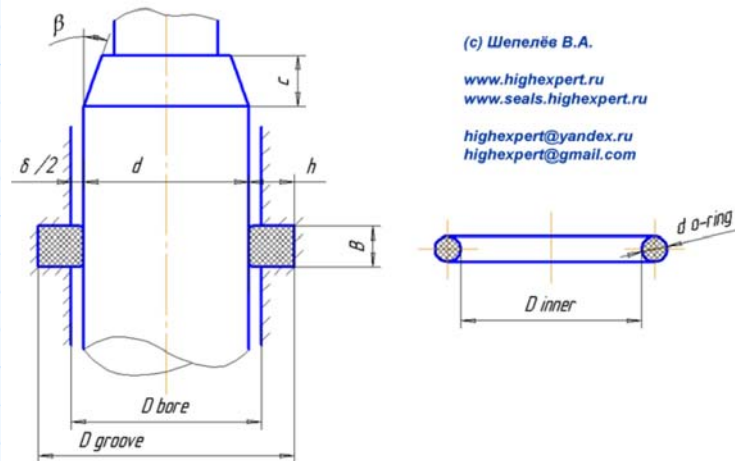


**Расчёт канавки в цилиндре для резинового уплотнительного кольца круглого сечения**



**Исходные данные:**

$\Delta p := 1.5 \frac{кгс}{см^2}$  - перепад давления двух сред на кольце

$t := 25$  град С - рабочая (максимальная) температура в зоне кольца

$d := 35.0$  мм - диаметр вала (номинальный)

$\delta d_{min} := 0$  мм - минимальное отклонение вала из чертежа (если = 0, вычисляется по Hd)

$\delta d_{max} := 0$  мм - максимальное отклонение вала из чертежа (если = 0, вычисляется по Hd)

$f6 := 0$   $g6 := 1$   $h6 := 2$   $e7 := 3$   $f7 := 4$   $h7 := 5$   $f8 := 6$   $h8 := 7$   $c8 := 8$

$h9 := 9$   $e9 := 10$   $h10 := 11$

$hd := f7$  - квалитет отклонения диаметра вала (учитывается, если не заданы  $\delta d_{max}$  и  $\delta d_{min}$  из чертежа):  
**0 - f6, 1 - g6, 2 - h6, 3 - e7, 4 - f7, 5 - h7, 6 - f8, 7 - h8, 8 - c8, 9 - h9, 10 - e9, 11 - h10**  
 (можно задать значение символьно, например - c8)

$D_{bore} := d$  мм - диаметр цилиндра (минимальный)

$\delta D_{bore\_min} := 0.00$  мм - минимальное отклонение цилиндра из чертежа (если = 0, вычисляется по HD)

$\delta D_{bore\_max} := 0.35$  мм - максимальное отклонение цилиндра из чертежа (если = 0, вычисляется по HD)

$H8 := 0$   $C8 := 1$   $H9 := 2$   $E9 := 3$   $H10 := 4$   $H11 := 5$

$HD := H8$  - квалитет отклонения диаметра цилиндра (учитывается, если не заданы  $\delta D_{bore\_max}$  и  $\delta D_{bore\_min}$  из чертежа):  
**0 - H8, 1 - C8, 2 - H9, 3 - H10, 4 - H11**  
 (можно задать значение символьно, например - H10)

$\delta d_{oring\_minus} := -0.10$  мм - минимальное отклонение сечения резинового кольца (если = 0, вычисляется по ORd)

$\delta d_{oring\_plus} := 0.10$  мм - максимальное отклонение сечения резинового кольца (если = 0, вычисляется по ORd)

**ORd := 0** - отклонение размеров поперечного сечения резинового кольца:  
**0 - ГОСТ 9833**  
**1 - ISO IT13**  
 учитывается только если не заданы  $\delta d_{oring\_max}$  и  $\delta d_{oring\_min}$

**IRHD := 80.0** - твёрдость резины IRHD 60...90 единиц

$\beta := 20$  град - угол заходной фаски для втулки цилиндра и вала, необходимый для сборки соединения

$k_{oring} := 0.99$  - поправочный коэффициент (0.97...0.999), в зависимости рабочей жидкости и от условий работы уплотнения

**RUBBER\_MATERIAL := 0** - материал резинового кольца:  
**0 - NBR,**  
**1 - HNBR**  
**2 - EPDM,**  
**3 - VITON**  
**4 - VMQ**

**PROCESSING\_MEDIA := 0** - рабочая жидкость для уплотнения:  
**0 - неопределённая рабочая жидкость, совместимая с материалом резинового кольца;**

**TYPE\_OF\_SEALING := 1** - тип соединения (**0 - неподвижное, 1 - подвижное**)

**Выбираем сечение кольца:**

**$d_{oring} := 3.30$**  мм (из каталогов или чертежа, причём обычно, чем больше диаметр вала, тем больше сечение кольца)

**Начальное приближение:**

$D_{inner} := d - d_{oring} \cdot (\text{if}(\text{TYPE\_OF\_SEALING} = 0, 0.17, 0.17))$

**$D_{inner} = 34.44$**  мм

**Выбираем внутренний диаметр кольца:**

**$D_{inner} := 34.8$**  мм ближайший по каталогам, чертежу или ГОСТ 9833

**VISIBLE := 1** - отображение процесса расчёта специальным окном: 0 - нет, 1 - да (для LITE(DEMO)/LITE отображается всегда!)

Функция библиотеки MSL (свернутая область)...

$$RV := \text{ORing\_Groove\_B} \left( \begin{array}{l} t \quad \delta d_{max} \quad HD \\ \Delta p \quad \delta d_{min} \quad k_{oring} \\ D_{inner} \quad \delta D_{bore\_max} \quad ORd \\ d_{oring} \quad \delta D_{bore\_min} \quad RUBBER\_MATERIAL \\ \delta d_{oring\_plus} \quad \beta \quad TYPE\_OF\_SEALING \\ \delta d_{oring\_minus} \quad IRHD \quad PROCESSING\_MEDIA \\ d \quad hd \quad VISIBLE \end{array} \right)$$

Чтение расчётных параметров:

$d_{max} := (RV^{(0)})_0$	$d_{min} := (RV^{(0)})_1$	$d_{mid} := (RV^{(0)})_2$
$d_{groove} := (RV^{(0)})_3$	$d_{groove\_max} := (RV^{(0)})_4$	$d_{groove\_min} := (RV^{(0)})_5$
$d_{groove\_mid} := (RV^{(0)})_6$	$D_{bore} := (RV^{(0)})_7$	$D_{bore\_max} := (RV^{(0)})_8$
$D_{bore\_min} := (RV^{(0)})_9$	$D_{bore\_mid} := (RV^{(0)})_{10}$	$\varepsilon_{D\_max} := (RV^{(0)})_{11}$
$\varepsilon_{D\_min} := (RV^{(0)})_{12}$	$\varepsilon_{D\_mid} := (RV^{(0)})_{13}$	$\delta_{mid} := (RV^{(0)})_{14}$
$\delta_{max} := (RV^{(0)})_{15}$	$\delta_{min} := (RV^{(0)})_{16}$	$D_{inner\_max} := (RV^{(0)})_{17}$
$D_{inner\_min} := (RV^{(0)})_{18}$	$D_{inner\_mid} := (RV^{(0)})_{19}$	$\delta D_{inner} := (RV^{(0)})_{20}$
$\delta d_{oring\_plus} := (RV^{(0)})_{21}$	$\delta d_{oring\_minus} := (RV^{(0)})_{22}$	$\delta d_{oring\_gost} := (RV^{(0)})_{23}$
$\delta d_{oring\_iso} := (RV^{(0)})_{24}$	$d_{oring\_min} := (RV^{(0)})_{25}$	$d_{oring\_max} := (RV^{(0)})_{26}$
$d_{oring\_mid} := (RV^{(0)})_{27}$	$d_{oring\_min'} := (RV^{(0)})_{28}$	$d_{oring\_max'} := (RV^{(0)})_{29}$
$d_{oring\_mid'} := (RV^{(0)})_{30}$	$h_{max} := (RV^{(0)})_{31}$	$h_{min} := (RV^{(0)})_{32}$
$h_{mid} := (RV^{(0)})_{33}$	$\varepsilon_{max} := (RV^{(0)})_{34}$	$\varepsilon_{min} := (RV^{(0)})_{35}$
$\varepsilon_{mid} := (RV^{(0)})_{36}$	$V := (RV^{(0)})_{37}$	$B := (RV^{(0)})_{38}$
$B_{max} := (RV^{(0)})_{39}$	$B_{min} := (RV^{(0)})_{40}$	$p_{0\_max} := (RV^{(0)})_{41}$
$p_{0\_min} := (RV^{(0)})_{42}$	$p_{0\_mid} := (RV^{(0)})_{43}$	$l_{0\_max} := (RV^{(0)})_{44}$

$$l_{0\_min} := \langle RV^{(0)} \rangle_{45}$$

$$l_{0\_mid} := \langle RV^{(0)} \rangle_{46}$$

$$p_{full} := \langle RV^{(0)} \rangle_{47}$$

$$c := \langle RV^{(0)} \rangle_{48}$$

$$p_{f\_media} := \langle RV^{(0)} \rangle_{49}$$

$$p_{f\_a\_max} := \langle RV^{(0)} \rangle_{50}$$

$$p_{f\_a\_min} := \langle RV^{(0)} \rangle_{51}$$

$$p_{f\_a\_mid} := \langle RV^{(0)} \rangle_{52}$$

$$E := \langle RV^{(0)} \rangle_{53}$$

$$\Delta p_{ext} := \langle RV^{(0)} \rangle_{54}$$

$$n_{ext} := \langle RV^{(0)} \rangle_{58}$$

$$L_h := \langle RV^{(0)} \rangle_{59}$$

$$L_d := \langle RV^{(0)} \rangle_{60}$$

$$N := \langle RV^{(0)} \rangle_{61}$$

$$\delta d_{minus1} := |d_{max} - d|$$

$$D_{outer\_max} := D_{inner\_max} + d_{oring\_max} \cdot 2$$

$$\delta d_{minus2} := |d - d_{min}|$$

$$D_{outer\_min} := D_{inner\_min} + d_{oring\_min} \cdot 2$$

$$\delta d_{groove} := |d_{groove\_max} - d_{groove\_min}|$$

$$\delta D_{bore\_plus1} := |D_{bore\_max} - D_{bore}|$$

$$\delta D_{bore\_plus2} := |D_{bore} - D_{bore\_min}|$$

$$\varepsilon_{max} := \varepsilon_{max} \cdot 100$$

$$\delta D_{inner} := \delta D_{inner} \cdot 100$$

$$\varepsilon_{D\_max} := \varepsilon_{D\_max} \cdot 100$$

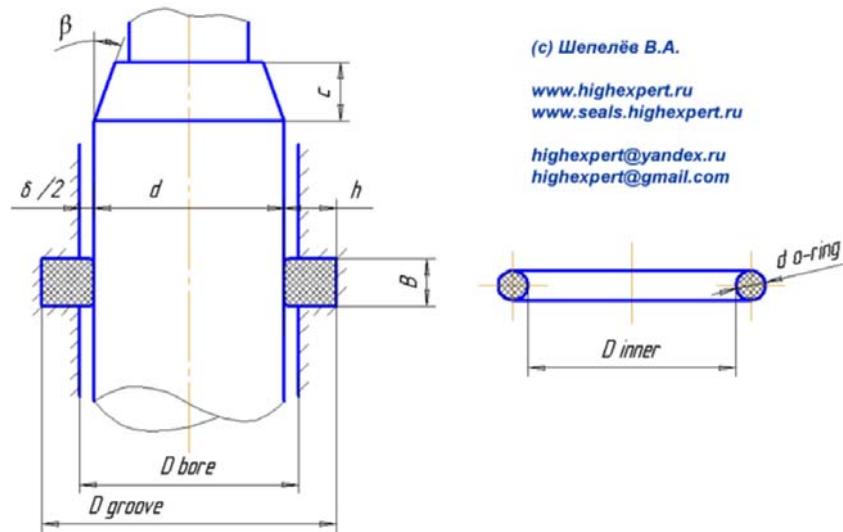
$$\varepsilon_{min} := \varepsilon_{min} \cdot 100$$

$$\varepsilon_{D\_min} := \varepsilon_{D\_min} \cdot 100$$

$$\varepsilon_{mid} := \varepsilon_{mid} \cdot 100$$

$$\varepsilon_{D\_mid} := \varepsilon_{D\_mid} \cdot 100$$

**Расчёт канавки в цилиндре для резинового уплотнительного кольца круглого сечения**



**Результаты расчёта:**

$d = 35$  мм - диаметр вала в чертёж с допусками: [ минус  $\delta d_{minus1} = 0.02$  мм, минус  $\delta d_{minus2} = 0.05$  мм]

$d_{max} = 34.98$  мм - диаметр вала максимальный

$d_{min} = 34.95$  мм - диаметр вала минимальный

$d_{mid} = 34.96$  мм - диаметр вала средний

$d_{groove} = 35$  мм - диаметр канавки в цилиндре в чертёж с допуском [ минус  $\delta d_{groove} = 0.039$  ] мм

$d_{groove\_max} = 40.659$  мм - диаметр канавки максимальный

$d_{groove\_min} = 40.62$  мм - диаметр канавки минимальный

$d_{groove\_mid} = 40.64$  мм - диаметр канавки средний

$D_{bore} = 35$  мм - диаметр цилиндра в чертёж с допусками: [ плюс  $\delta D_{bore\_plus1} = 0.039$  мм, плюс  $\delta D_{bore\_plus2} = 0$  мм]

$D_{bore\_max} = 35.04$  мм - диаметр цилиндра максимальный

$D_{bore\_min} = 35$  мм - диаметр цилиндра минимальный

$D_{bore\_mid} = 35.02$  мм - диаметр цилиндра средний

$\varepsilon_{D\_max} = 2.36$  % - степень натяга резинового кольца по наружному диаметру [0...3]%, отрицательное значение до -0.5% допускается и означает зазор между наружным диаметром резинового кольца и канавкой в цилиндре, что может затруднить надевание вала в цилиндр

$\varepsilon_{D\_min} = -0.1$

$\varepsilon_{D\_mid} = 1.15$  % - средняя степень натяга резинового кольца по наружному диаметру [0...3]%

$\delta_{max} = 0.09$  мм - диаметральный зазор максимальный между валом и цилиндром

$\delta_{min} = 0.02$  мм - диаметральный зазор минимальный между валом и цилиндром

$\delta_{mid} = 0.06$  мм - диаметральный зазор средний между валом и цилиндром

$D_{inner\_max} = 34.8$  мм - внутренний диаметр резинового кольца максимальный

$D_{inner\_min} = 34.2$  мм - внутренний диаметр резинового кольца минимальный

$D_{inner\_mid} = 34.5$  мм - внутренний диаметр резинового кольца средний

$D_{outer\_max} = 41.6$  мм - наружный диаметр резинового кольца максимальный

$D_{outer\_min} = 40.6$  мм - наружный диаметр резинового кольца минимальный

$\delta D_{inner} = 1.67$  % - допуск на внутренний диаметр резинового кольца (на минус)

$d_{oring} = 3.3$  мм - номинальный диаметр сечения резинового кольца

$\delta d_{oring\_plus} = 0.1$  мм - допуск на диаметр сечения резинового кольца (плюс)

$\delta d_{oring\_minus} = -0.1$  мм - допуск на диаметр сечения резинового кольца (минус)

$\delta d_{oring\_gost} = 0$  мм - допуск на диаметр сечения резинового кольца (по ГОСТ)

$\delta d_{oring\_iso} = 0$       мм - допуск на диаметр сечения резинового кольца (по ISO)

$d_{oring\_max} = 3.4$       мм - максимальный диаметр сечения резинового кольца

$d_{oring\_min} = 3.2$       мм - минимальный диаметр сечения резинового кольца

$d_{oring\_mid} = 3.3$       мм - средний диаметр сечения резинового кольца

$d_{oring\_max}' = 3.39$       мм - максимальный диаметр сечения резинового кольца с учётом растяжения

$d_{oring\_min}' = 3.17$       мм - минимальный диаметр сечения резинового кольца с учётом растяжения

$d_{oring\_mid}' = 3.28$       мм - средний диаметр сечения резинового кольца с учётом растяжения

$h_{max} = 2.85$       мм - максимальная высота канавки на валу под резиновое кольцо

$h_{min} = 2.82$       мм - минимальная высота канавки на валу под резиновое кольцо

$h_{mid} = 2.84$       мм - средняя высота канавки на валу под резиновое кольцо

$\epsilon_{max} = 16.81$       % - максимальная степень обжатия резинового кольца

$\epsilon_{min} = 8.82$       % - минимальная степень обжатия резинового кольца

$\epsilon_{mid} = 12.81$       % - средняя степень обжатия резинового кольца

$V = 1089.6$       мм<sup>3</sup> - минимальный объём канавки под резиновое кольцо

$B = 4$       мм - ширина канавки под резиновое кольцо в чертёж

$B_{max} = 4.2$       мм - максимальная ширина канавки под резиновое кольцо

$B_{min} = 4$       мм - минимальная ширина канавки под резиновое кольцо

$E = 10$       МПа - модуль сжатия (эластичности) резины с заданной твёрдостью  $IRHD = 80$

$p_{0\_max} = 2.1$       МПа - максимальное начальное контактное давление от резинового кольца

$p_{0\_min} = 1.1$       МПа - минимальное начальное контактное давление от резинового кольца

$p_{0\_mid} = 1.6$       МПа - среднее начальное контактное давление от резинового кольца

$l_{0\_max} = 1.71$  мм - максимальная начальная ширина контакта резинового кольца

$l_{0\_min} = 0.84$  мм - минимальная начальная ширина контакта резинового кольца

$l_{0\_mid} = 1.26$  мм - средняя начальная ширина контакта резинового кольца

$p_{full} = 2.25$  МПа - полное среднее начальное контактное давление на поверхности контакта резинового кольца между поверхностью канавки вала и поверхностью цилиндра с учётом давления рабочей жидкости

$p_{f\_media} = 2.6$  кгс - сила трения скольжения резинового кольца по цилиндру, смазанного рабочей жидкостью (только для подвижного соединения)

$p_{f\_a\_max} = 12$  кгс - максимальная сила трения при монтаже резинового кольца со смазкой

$p_{f\_a\_min} = 3$  кгс - минимальная сила трения при монтаже резинового кольца со смазкой

$p_{f\_a\_mid} = 8$  кгс - средняя сила трения при монтаже резинового кольца со смазкой

$\beta = 20$  град - угол заходной фаски на валу

$c = 2.7$  мм - минимальная длина заходной фаски на цилиндре

$\Delta p_{ext} = 292$   $\frac{кгс}{см^2}$  - оценочный предельный перепад давления двух сред на уплотнении для количества циклов  $N = 10^5$  изменения давления на уплотнении от 0 до номинального значения

$n_{ext} = 194.7$  - фактор возможной экструзии резинового кольца (выдавливания резинового кольца в зазор между валом и цилиндром от перепада давления рабочей жидкости на этом резиновом кольце) **величина должна быть больше значения 3.0**

$L_h = 11298$  часов - оценочный ресурс работы уплотнения при средних значениях размеров вала, цилиндра, канавки и резинового кольца при условии отсутствия механического износа и совместимости материала резинового кольца с рабочей средой при её температуре  $t = 25$  град С, если значение равно 0, то ресурс считается неопределённым.