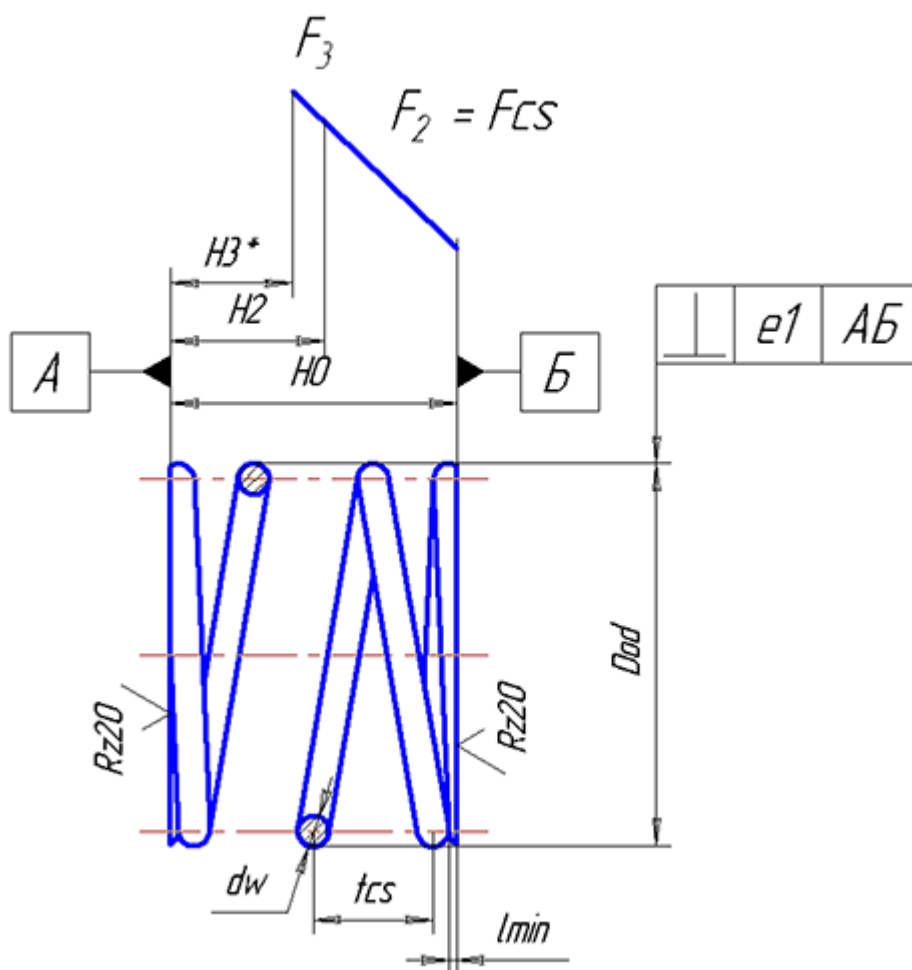


**Расчёт пружины сжатия из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т
(конструкторский расчёт)**



Исходные данные:

$t_w := 50$ град С - рабочая температура пружины

$D_{od} := 45.0$ мм - наружный диаметр пружины

$d_w := 3.0$ мм - диаметр прутка пружины (диаметр проволоки пружины)

$H_2 := 26.0$ мм - высота пружины при её рабочей деформации

$S_c := 3.24$ см² - площадь контактной поверхности пары трения торцового уплотнения

$q_{cs} := 1.8$ $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ - удельное контактное давление в паре трения торцового уплотнения

$\rho_w := 7.9 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$ - плотность материала пружины (если задан 0, то определяется библиотекой)

$E_w := 1810000 \text{ кг/см}^2$ - модуль упругости материала пружины (если задан 0, то определяется библиотекой)

$G_w := 68.5 \cdot 10^4 \text{ кг/см}^2$ - модуль сдвига материала пружины (если задан 0, то определяется библиотекой)

Диапазон d_w (мм)	предел прочности σ_w (кгс/см ²) группа прочности В, В0	для группы прочности Н
0.81...2.81	19500	14200
3.01...3.51	18500	-
4.01...4.51	17500	-
5.01...5.51	15500	-

$\sigma_w := 14200 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ - предел прочности материала пружины (если задан 0, то определяется библиотекой)

$k_{\tau 3\max} := 0.3$ - коэффициент для расчёта максимального касательного напряжения материала пружины (если задан 0, то определяется библиотекой), ~0.3...0.5 для пружин I и II класса

$k_{H0} := 0.49$ - начальное приближение коэффициента для расчёта высоты пружины в свободном состоянии H_0

$n_{uw} := 2$ шт - неработающее число витков пружины

$\delta t := 1.05$ - % коэффициент для пересчёта фактического шага пружины при её последующем трёх-пятикратном обжати до соприкосновения её витков, **[1.05...1.08]**

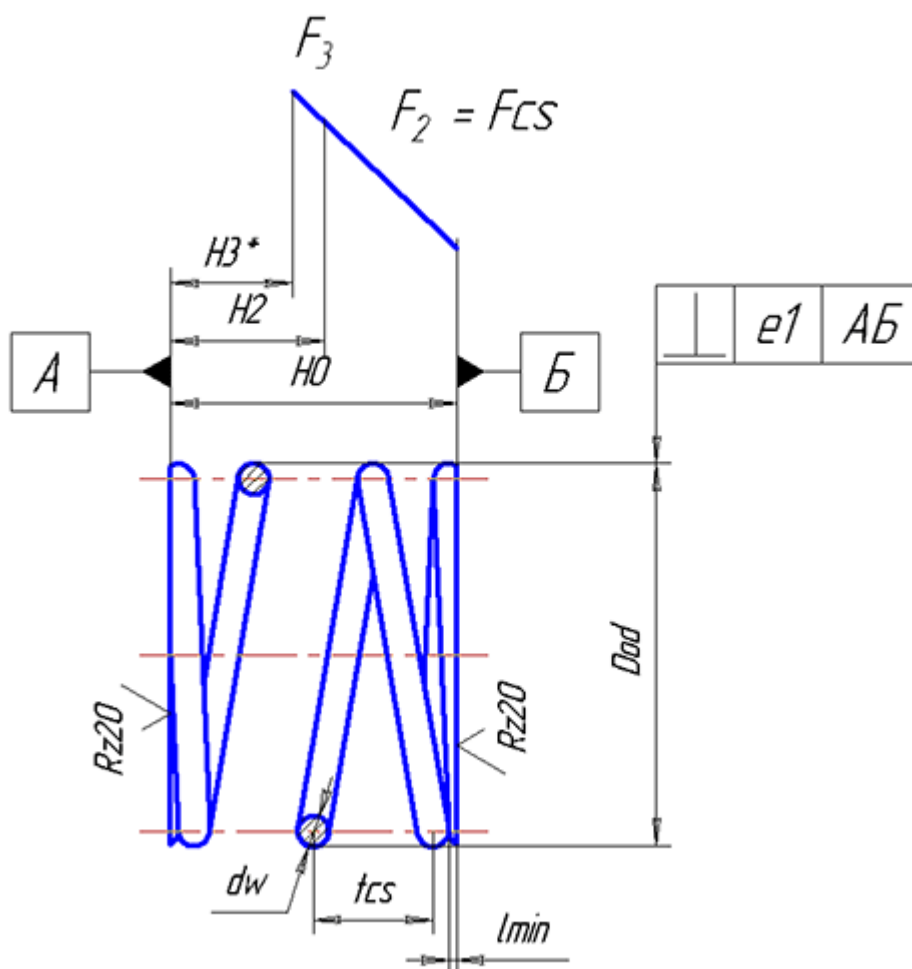
VISIBLE := 1 - отображение процесса расчёта специальным окном: 0 - нет, 1 - да

$$RV := \text{Cylindrical_Compression_Spring_E} \begin{bmatrix} t_w & \delta t & \sigma_w \\ D_{od} & H_2 & k_{\tau 3\max} \\ d_w & \rho_w & k_{H0} \\ q_{cs} & E_w & n_{uw} \\ S_c & G_w & \text{VISIBLE} \end{bmatrix}$$

Чтение расчётных параметров:

$$\begin{array}{llll}
D_{\text{mid}} := (RV^{<0>})_0 & \tau_{2\text{max}} := (RV^{<0>})_1 & \tau_{3\text{max}} := (RV^{<0>})_2 & F_{3\text{max}} := (RV^{<0>})_3 \\
z_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_4 & H_3 := (RV^{<0>})_5 & i_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_6 & c_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_7 \\
\Delta H_3 := (RV^{<0>})_8 & F_3 := (RV^{<0>})_9 & f_3 := (RV^{<0>})_{10} & \tau_2 := (RV^{<0>})_{11} \\
\tau_3 := (RV^{<0>})_{12} & n_{\tau 3} := (RV^{<0>})_{13} & t_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_{14} & L_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_{15} \\
m_{\text{cs}} := (RV^{<0>})_{16} & D_{\text{tool}} := (RV^{<0>})_{17} & F_2 := (RV^{<0>})_{18} & e_1 := (RV^{<0>})_{19} \\
e_2 := (RV^{<0>})_{20} & e_3 := (RV^{<0>})_{21} & \lambda_1 := (RV^{<0>})_{22} & \lambda_2 := (RV^{<0>})_{23} \\
\alpha_1 := (RV^{<0>})_{24} & \alpha_2 := (RV^{<0>})_{25} & D_{\text{od2}} := (RV^{<0>})_{26} & n_{w1} := (RV^{<0>})_{27} \\
n_{w2} := (RV^{<0>})_{28} & H_0 := (RV^{<0>})_{29} & H_{0'} := (RV^{<0>})_{30} & F_2 := (RV^{<0>})_{31} \\
F_{2'} := (RV^{<0>})_{32} & q_{\text{cs}'} := (RV^{<0>})_{33} & \delta_{H0} := (RV^{<0>})_{34} & \delta_{F2} := (RV^{<0>})_{35} \\
t_{\text{cs}'} := (RV^{<0>})_{36} & H_{0''} := (RV^{<0>})_{37} & &
\end{array}$$

Расчёт пружины сжатия из нержавеющей стали типа 12Х18Н10Т
(конструкторский расчёт)



Расчётные параметры:

$D_{mid} = 42$ мм - средний диаметр пружины

$\tau_{3max} = 4260$ $\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ - максимальное допускаемое касательное напряжение при максимальной деформации

$F_{3max} = 9.8$ кгс - критическая сила пружины при максимальной деформации

$z_{cs} = 0.936$ $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}}$ - жёсткость одного витка пружины

$i_{cs} = 14$ - индекс пружины 4...15

$c_{cs} = 0.326$ $\frac{\text{кгс}}{\text{мм}}$ - жёсткость пружины

$H_3 = 13$ мм - длина пружины при максимальной деформации

$\Delta H_3 = 30$ мм - максимальная деформация пружины при соприкосновении витков

$F_3 = 9.76$ кгс - сила пружины при её максимальной деформации

$f_3 = 10.4$ мм - максимальная деформация одного витка пружины

$n_{w1} = 4.875$	шт	- полное число витков
$n_{w2} = 2.875$	шт	- рабочее число витков пружины
$H_0 = 44$	мм	- расчётная длина пружины в свободном состоянии
$H_{0''} = 44.9$	мм	- <i>необходимая расчётная длина пружины в свободном состоянии с учётом её последующего трёх-пятикратного обжатия</i>
$\tau_2 = 2551$	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	- расчётное касательное напряжение при рабочей деформации
$\tau_3 = 3867$	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	- расчётное касательное напряжение при максимальной деформации
$n_{\tau 3} = 1.102$		- запас прочности по касательным напряжениям при максимальной деформации ≥ 1.07
$t_{cs} = 13.4$	мм	- шаг пружины
$t_{cs'} = 14.1$	мм	- <i>необходимый шаг пружины с учётом её последующего трёх-пятикратного обжатия</i>
$L_{cs} = 656.4$	мм	- длина развёрнутой пружины
$m_{cs} = 0.037$	кг	- масса пружины
$D_{\text{tool}} = 38.23$	мм	- диаметр оправки для пружины
$F_{2'} = 5.83$	кгс	- необходимая сила пружины при рабочей деформации (Fcs)
$F_2 = 5.85$	кгс	- расчётная сила пружины при рабочей деформации (Fcs)
$q_{cs} = 1.8$	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	- необходимая удельное контактное давление в паре трения от силы Fcs
$q_{cs'} = 1.81$	$\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$	- расчётное удельное контактное давление в паре трения от силы Fcs
$e_1 = 0.2$	мм	- допуск перпендикулярности образующей пружины к её торцам
$e_2 = 0.2$	мм	- допуск перпендикулярности образующей пружины к её торцам
$e_3 = 0.16$	мм	- неравномерность шага пружины в свободном состоянии
$\lambda_1 = 0.16$	мм	- зазор между рабочими и опорными витками пружины (при поджатии целого опорного витка)
$\lambda_2 = 0.26$	мм	- зазор между рабочими и опорными витками пружины (при поджатии 0.75 опорного витка)
$\alpha_1 = 5.8$	град	- угол наклона витков пружины в свободном состоянии
$\alpha_2 = 1.3$	град	- угол наклона витков пружины при максимальной деформации
$D_{od2} = 45.2$	мм	- наружный диаметр пружины при её полном сжатии
$\delta_{H0} = 2.2 \cdot \%$		- погрешность на H0 [0...10]%
$\delta_{F2} = 0.31 \cdot \%$		- погрешность на F2(Fcs) [0...10]%

$$H_x := H_3, H_3 \cdot 1.01 \dots H_0 \cdot 0.999$$

$$H_{x2} := 0 \dots H_2$$

$$VH := \begin{pmatrix} H_3 \\ H_2 \\ H_0 \end{pmatrix} \quad VF := \begin{pmatrix} F_3 \\ F_2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$fF(H) := \text{linterp}(VH, VF, H)$$

