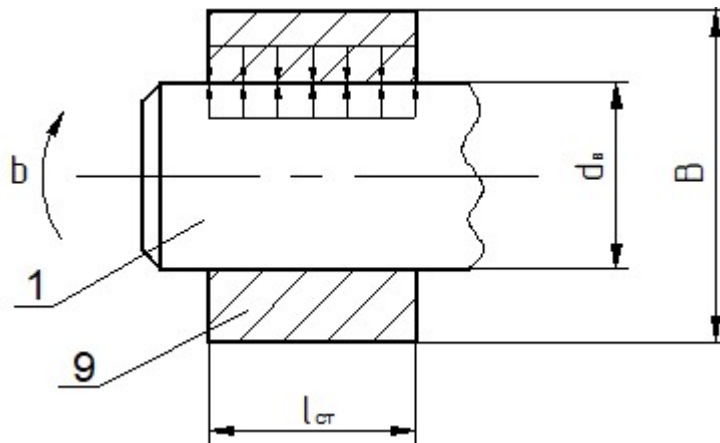


## Сила прессования для заданной посадки с натягом



### Исходные данные

в предыдущих шагах были вычислены	$d_g := 24$	мм	
	$D_2 := 48$	мм	
	$H_2 := 45$	мм	
	$l_{cm} := H_2 = 45$	мм	длина ступицы
	$d := D_2 = 48$	мм	посадочный диаметр вала
	$d_2 := 2.5 \cdot d_g = 60$	мм	наружный диаметр соединения
	$d_1 := d_g = 24$	мм	диаметр отверстия в вале
	$R_{a1} := 0.8$	мкм	параметры
	$R_{a2} := 1.6$	мкм	шероховатости

# 1. Параметры заданной посадки (табл. 1.и.2):

**d H7/s6**

$Es := 25$  - верхнее отклонение отверстия, мкм

$ei := 43$  - нижнее отклонение вала, мкм

$es := 59$  - верхнее отклонение вала, мкм

По ГОСТ 25347-82 в системе отверстия:

**Таблица 1**

Значения допусков, мкм

Интервал размеров, мм	Квалитет										
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Св.3 до 6	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180
6 ...10	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220
10...18	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270
18...30	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330
30...50	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390
50...80	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460
80...120	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540
120...180	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630
180...250	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720
250...315	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810

**Таблица 2**

Значения нижних отклонений вала  $ei$ , мкм (ГОСТ 25346-89)

Интервал размеров, мм	Все квалитеты										
	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z
Св.3 до 6	4	8	12	15	19	-	23	-	28	-	35
6 ...10	6	10	15	19	23	-	28	-	34	-	42
10...14	7	12	18	23	28	-	33	-	40	-	50
14...18								39	45	-	60
18...24	8	15	22	28	35	-	41	47	54	63	73
24...30						41	48	55	64	75	88
30...40	9	17	26	34	43	48	60	68	80	94	112
40...50						54	70	81	97	114	136
50...65	11	20	32	41	53	66	87	102	122	144	172
65...80				43	59	75	102	120	146	174	210
80...100	13	23	37	51	71	91	124	147	178	214	258
100...120				54	79	104	144	172	210	254	310
120...140	15	27	43	63	92	122	170	202	248	300	365
140...160				65	100	134	199	228	280	340	415
160...180				68	108	146	210	252	310	380	465
180...200	17	31	50	77	122	166	236	284	350	425	520
200...225				80	130	180	258	310	385	470	575
225...250				84	140	196	284	340	425	520	640

## 2. Максимальный и минимальный натяги в соединении:

$$N_{min} := ei - Es \quad N_{min} = 18 \quad \text{мкм}$$

$$N_{max} := es \quad N_{max} = 59 \quad \text{мкм}$$

## 3. Максимальный расчётный натяг:

3.1. Поправка на обмятие микронеровностей:

При  $Ra > 1,25$  мкм  $k=5$ , при  $Ra < 1,25$   $k=6$ .

$$k_1 := 6 \quad - \text{коэффициент, зависящий от } Ra_1$$

$$k_2 := 5 \quad - \text{коэффициент, зависящий от } Ra_2$$

$$U_r := k_1 \cdot Ra_1 + k_2 \cdot Ra_2 \quad U_r = 8.8 \text{ мкм}$$

$$\delta_{pmax} := N_{max} - U_r$$

## 4. Коэффициенты жесткости деталей соединения:

$$E_1 := 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа} \quad - \text{модуль упругости первого рода (Юнга) материала вала}$$

$$E_2 := 2.1 \cdot 10^5 \text{ МПа} \quad - \text{модуль упругости первого рода (Юнга) материала втулки}$$

$$\mu_1 := 0.3 \quad - \text{коэффициент Пуассона материала вала}$$

$$\mu_2 := 0.3 \quad - \text{коэффициент Пуассона материала втулки}$$

$$c_1 := \frac{1 + \left(\frac{d_1}{d}\right)^2}{1 - \left(\frac{d_1}{d}\right)^2} - \mu_1 \quad - \text{коэффициент деформации вала} \quad c_1 = 1.367$$

$$c_2 := \frac{1 + \left(\frac{d}{d_2}\right)^2}{1 - \left(\frac{d}{d_2}\right)^2} + \mu_2 \quad - \text{коэффициент деформации втулки} \quad c_2 = 4.856$$

Формула Лямэ:

$$P_{max} := \frac{\delta_{pmax}}{d \cdot \left( \left( \frac{c_1}{E_1} + \frac{c_2}{E_2} \right) \cdot 10^3 \right)} \quad P_{max} = 35.297 \quad \text{МПа}$$

Таблица 3

Значения коэффициента трения в соединениях с натягом

Материал деталей	Расчет прочности соединения		Определение силы прессования, $f_{\text{п}}$
	Сборка прессованием, $f$	Сборка нагревом, $f$	
Сталь-сталь	0,08	0,14	0,22
Сталь-чугун	0,07	0,10	0,14
Сталь(чугун)- бронза(латунь)	0,05	0,07	0,10

 $f_{\text{max}} := 0.22$  - коэффициент трения соединения

## 5. Сила прессования:

$$F_3 := \pi \cdot d \cdot l_{\text{см}} \cdot P_{\text{max}} \cdot f_{\text{max}} \quad F_3 = 5.269 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

## 6. Максимально допустимый прочностью деталей натяг:

$\sigma t_1 := 640$  - предел текучести для вала, изготовленного из материала Сталь 40Х

$\sigma t_2 := 220$  - предел текучести для втулки, изготовленного из материала Сталь 3

$$Pt_1 := \frac{\sigma t_1}{2} \cdot \left( 1 - \left( \frac{d_1}{d} \right)^2 \right)$$

$$Pt_2 := \frac{\sigma t_2}{2} \cdot \left( 1 - \left( \frac{d}{d_2} \right)^2 \right)$$

$$Pt_1 = 240 \text{ МПа}$$

$$Pt_2 = 39.6 \text{ МПа}$$

$$Ptmin := \min(Pt_1, Pt_2)$$

$$Ptmin = 39.6 \text{ МПа}$$

$$[N]_{\text{max}} := \frac{Ptmin \cdot \delta_{pmax}}{P_{\text{max}}} + U_r$$

$$[N]_{\text{max}} = 65.12 \text{ мкм}$$

Максимальный натяг при данной посадке

**d H7/s6**

$$N_{\text{max}} = 59 \text{ мкм}$$

## ВЫВОД :

Значит  $[N]_{\text{max}} > N_{\text{max}} > N_{\text{min}}$

То есть обеспечивается необходимый натяг при данной посадке

и сила затяжки  $F_3 = 5.269 \cdot 10^4 \text{ Н}$