

и том же диаметре проволоки пружин.

Относительное удлинение пружин в зависимости от массы и длины пружины $\Delta l = \frac{\Delta L}{mL_0}$ составило соответственно для пружины с наружным диаметром 50 мм $2 \cdot 10^{-3}$ м/(кг·м), а для пружины с наружным диаметром 100 мм - $6 \cdot 10^{-3}$ м/(кг·м).

Для обеспечения подвешенного состояния пружин с диаметром проволоки 80 мм можно рекомендовать минимальные удельные усилия натяжения в пределах $(6,1 \dots 8,1) \cdot 10^{-2}$ кН/кг.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО УСИЛИЯ РАСТЯЖЕНИЯ ПРУЖИН

Титинькин А.Е., студент 3 курса инженерного факультета
Консультант – к.т.н., доцент Игонин В.Н.

Целью исследований являлось определение предельного усилия растяжения пружин различного типоразмера наиболее часто используемых в устройствах с пружинным рабочим органом, при котором происходит необратимая пластическая деформация. Образцы исследуемых пружин представлены на рисунке 1.

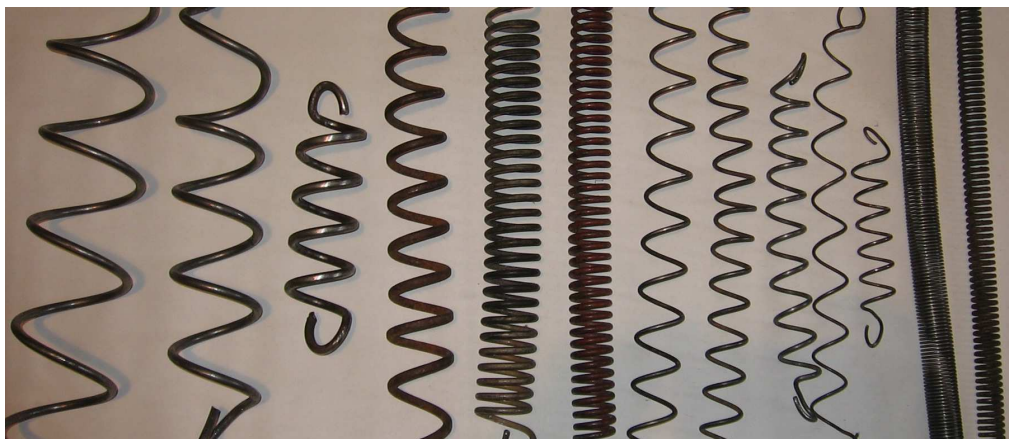


Рисунок 1 - Образцы исследуемых пружин

Общий вид экспериментального стенда представлен на рисунке 2.

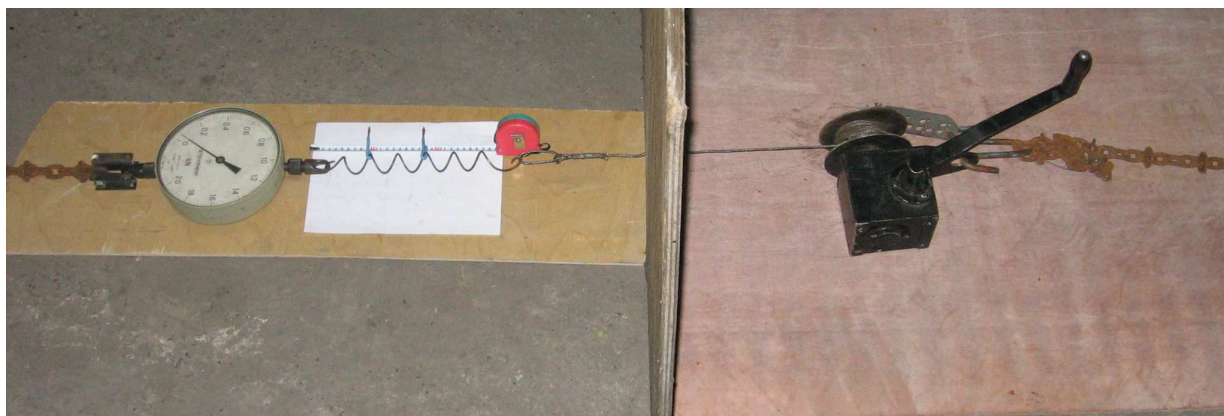


Рисунок 2 – Общий вид стенда для определения предельного усилия растяжения пружин

Стенд состоит из крепежных устройств, динамометра измерительного инструмента (рулетка, штангенциркуль), маячков, защитного щитка, лебедки натяжной.

Результаты исследований по образцам представлены в таблице.

Таблица. Результаты испытаний пружин на предельное усилие растяжения

Образец №1: $D = 27$ мм; $\delta = 3$ мм; $S_n = 27$ мм; $S_k = 39,5$ мм; $l_k = 73,5$ мм, материал сталь 65Г холоднокатаная							
Р, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,52
l, мм	61	66	71	76,5	82	89	93,5
						Начало деформации	Плывет
Образец №2: $D = 29,3$ мм; $\delta = 2$ мм; $S_n = 2$ мм; $S_k = 11,4$ мм; $l_k = 22,8$ мм, материал сталь 65Г холоднокатаная							
Р, кН	0	0,04	0,08	0,12	0,14	0,15	0,15
l, мм	7	15	23,5	35,	45	60	66
						Начало деформации	Плывет

Образец №3: $D = 35$ мм; $\delta = 3$ мм; $S_H = 41$ мм; $S_K = 48$ мм; $l_K = 110,5$ мм, материал сталь 65Г холоднокатаная											
Р, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,54				
l, мм	95	102	106	112	117	124	130				
								Начало де-формации	Плывет		
Образец № 4: $D = 35$ мм; $\delta = 4$ мм; $S_H = 29$ мм; $S_K = 34$ мм; $l_K = 69,9$ мм материал сталь 65Г холоднокатаная											
Р, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,78		
l, мм	61	62,2	66	67,8	70,5	73	79,3	82	90		
								Начало де-формации	Плывет		
Образец №5: $D = 45$ мм; $\delta = 4$ мм; $S_H = 38,2$ мм; $S_K = 50$ мм; $l_K = 95,6$ мм, материал сталь 65Г холоднокатаная											
Р, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7			
l, мм	84	89	93	96,5	101	106	112,8	123			
								Начало де-формации	Плывет		
Образец №6: $D = 23,8$ мм; $\delta = 3,5$ мм; $S_H = 5,5$ мм; $S_K = 7$ мм; $l_K = 15,4$ мм, материал сталь 65Г холоднокатаная (заводского исполнения)											
Р, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
l, мм	12,8	13,2	14,1	15,9	16,4	17,5	18,5	19,6	20,9	22,8	25,0
										Начало дефор-	Плывет
Образец №7: $D = 38$ мм $\delta = 5$ мм; $S_H = 10$ мм; $S_K = 11$ мм; $l_K = 22,5$ мм материал сталь 65Г холоднокатаная (заводского исполнения)											

P, кН	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
l, мм	19,5	20,2	22	22,6	23	24	25,5	27	27,2	28	29,8	30,5	32	34	38
														Начало деформации	Плывет
Образец №8: D = 49 мм; δ = 8 мм; S _н = 13 мм; S _к = 16 мм (в середине 3 витка растянулись больше чем остальные); l _к = 32 мм; материал сталь 65Г холоднокатаная (заводского исполнения)															
P, кН	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4						
l, мм	25,5	28,9	32,5	35	37,8	42	46	50	52,7						
								Начало деформации	Плывет						
Образец №9: D = 59,6 мм; δ = 8 мм (износ по наружной поверхности 0,6 мм); S _н = 38 мм; S _к = 46 мм; l _к = 103 мм; материал сталь 65Г холоднокатаная															
P, кН	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0								
l, мм	77	80	84	87	92,5	100,6	114,7								
								Начало деформации	Плывет						
Образец №10: D = 56,5 мм; δ = 8 мм (износ по наружной поверхности 0,6 мм); S _н = 39,8 мм; S _к = 42,9 мм; l _к = 93,5 мм; материал сталь 65Г холоднокатаная															
P, кН	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,25							
l, мм	72,4	75,3	78,5	81,1	84,6	89,6	99,3	112							
								Начало деформации	Плывет						
Образец №11: D = 83 мм; δ = 8 мм; S _н = 67,5 мм; S _к = 81 мм; l _к = 162 мм; материал сталь 65Г холоднокатаная															
P, кН	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	2,75								
l, мм	135	143	152	164	174	189,6	212,6								
								Начало деформации	Плывет						
Образец №12: D = 97,8 мм; δ = 8 мм; S _н = 78,5 мм; S _к = 89 мм; l _к = 178															

мм; материал сталь 65Г холоднокатаная						
P, кН	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,2
l, мм	157	175,8	187	203,6	225,6	240
					Начало деформации	Плывет

В результате проведенных исследований установлено, что предельное усилие вызывающее пластическую необратимую деформацию пружины составляет: для пружин с толщиной проволоки $\delta = 2$ мм - $p = 0,15...0,16$ кН; для пружин $\delta = 3$ мм - $p = 0,52...0,54$ кН; для пружин $\delta = 3,5$ мм заводского исполнения $p = 0,9...1,0$ кН; для пружин $\delta = 4$ мм - $p = 0,7...0,78$; для пружин $\delta = 5$ мм заводского исполнения $p = 1,3...1,4$ кН; для пружин $\delta = 5,8$ мм заводского исполнения $p = 1,3...1,4$ кН; для пружин $\delta = 8$ мм - $p = 2,2...2,75$ кН; для пружин $\delta = 8$ мм с износом по наружной поверхности пружины равном 0,6 мм - $p = 2,5...3,25$ кН. Нижние пределы усилий соответствуют пружинам с большим наружным диаметром, а большие пружинам с меньшим диаметром. То есть с увеличением диаметра пружины предельное усилие вызывающее пластическую деформацию уменьшается, причем этот эффект наблюдается для всех пружин независимо от толщины проволоки пружины особенно наглядно это подтверждается на образцах 9, 10 и 11, 12. Исполнение пружины также влияет на предельное усилие деформации, так пружины заводского исполнения выдерживают большие усилия вызывающие пластическую деформацию (образцы 6, 7, 8), например пружина заводского исполнения с толщиной проволоки $\delta = 3,5$ мм выдерживает усилие $p = 0,9...1,0$ кН, а пружина свободной навивки с толщиной проволоки $\delta = 4$ мм - $p = 0,7...0,78$ кН. Уменьшение толщины проволоки вследствие износа пружины также уменьшает предельное усилие растяжения, так у пружин с износом 0,6 мм усилие растяжения уменьшилось на 0,1...0,16 кН.

Особого влияния шага пружины на величину предельного усилия в ходе проведенных исследований не выявлено.

Полученные значения предельных усилий могут быть рекомендованы для практического применения для пружин наружного диаметра 23...100 мм и диаметром проволоки 2...8 мм как наиболее часто используемых в качестве рабочего органа в разработанных устройствах.