

ГЛАВА XV ПРУЖИНЫ

1. ВИДЫ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРУЖИН

В стрелковом (особенно автоматическом) оружии пружины получили широкое распространение. Нет ни одного образца современного огнестрельного стрелкового оружия, где не употреблялись бы пружины самого разнообразного устройства и назначения.

Мы рассмотрим только основные группы пружин: возвратные, боевые, пружины выбрасывателей, пружины спусковых механизмов, пружины подавателей (магазинов), буферные.

Возвратные пружины служат для аккумуляции механической энергии за счет своего сжатия при отходе подвижных частей в заднее положение, используемой в дальнейшем для возвращения подвижных частей в исходное положение для выстрела* а также для торможения движения частей назад, позволяя избежать слишком сильных ударов и частично смягчить силу отдачи оружия. Возвратные пружины обычно бывают винтовыми цилиндрическими, работающими на сжатие и реже на растяжение.

Боевые пружины служат для аккумуляции механической энергии

при движении деталей ударного механизма, используемой в дальнейшем для разбития капсюля-воспламенителя с помощью ударного механизма. В качестве боевых пружин используются цилиндрические винтовые пружины, пластинчатые или пластинчатые сложной формы.

Пружины выбрасывателей обеспечивают заскок зуба выбрасывателя за крайнюю гильзы, прижим выбрасывателя к гильзе и ее удержание до момента встречи с отражателем. Эти пружины могут быть пластинчатыми или винтовыми цилиндрическими.

Пружины спусковых механизмов служат для возвращения деталей спусковых механизмов в исходное положение за счет саккумулированной механической энергии. Пружины могут быть пластинчатыми, винтовыми цилиндрическими, работающими на сжатие или растяжение, винтовыми цилиндрическими с отрезками конечных витков, работающими на скручивание.

Пружины подавателей (магазинов) служат для осуществления пода-

чи патронов в приемник на линию досылки за счет саккумулированной энергии во время снаряжения магазина. Для этой цели используются винтовые цилиндрические или призматические пружины либо плоские пружины сложной формы.

Буферные пружины служат для смягчения удара подвижных деталей и иногда для увеличения темпа стрельбы. В качестве буферных, в основном, используются винтовые цилиндрические пружины.

По конструктивному оформлению пружины разделяются на четыре вида.

Винтовые пружины по форме могут быть:

- цилиндрическими;
- призматическими;
- коническими.

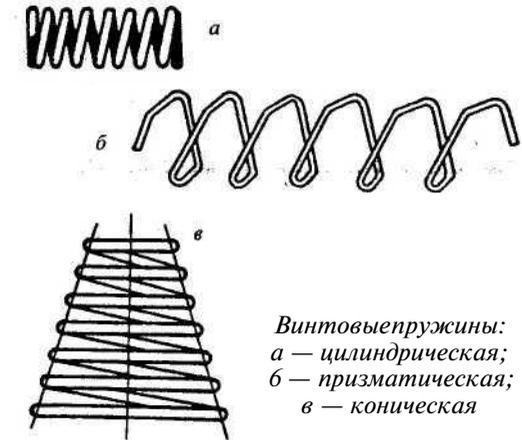
В зависимости от сечения витков они бывают:

- круглого сечения;
- прямоугольного сечения;
- канатного сечения (многожильные).

Чаще всего применяются винтовые цилиндрические пружины круглого или прямоугольного сечения. Как правило, эти пружины работают на сжатие, реже — на растяжение или кручение. Пружины круглого сечения могут изготавливаться из одной или нескольких жил. В этом случае их называют *многожильными* и обычно используют в качестве возвратно-боевых.

Винтовые цилиндрические и призматические пружины применяются в коробчатых магазинах для подачи патронов. Работают они обычно на сжатие.

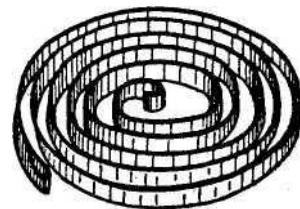
Спиральные пружины бывают прямоугольного или круглого сечения. Применяются в дисковых либо барабанных магазинах для подачи патронов в



Винтовые пружины:
а — цилиндрическая;
б — призматическая;
в — коническая



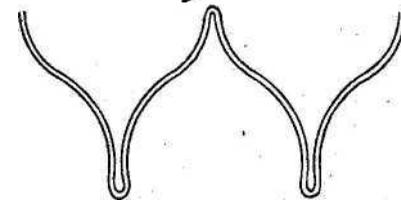
Сечения витков винтовых пружин:
а — круглое;
б — прямоугольное; в — канатное



Спиральная пружина

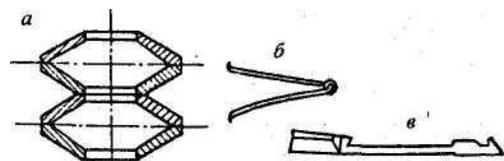


Пластинчатые пружины простой (вверху слева) и сложной формы



качестве возвратных пружин (пистолет Борхардта) и в других устройствах.

Пластинчатые пружины имеют простую и сложную формы. В большой-



Специальные пружины:

а — тарельчатая; б — с отогнутыми витками; в — пружинящая деталь

стве случаев, как и спиральные, имеют прямоугольное сечение и применяются для выбрасывателей, спусковых механизмов, подающих механизмов, различного рода фиксаторов и в других устройствах.

К специальным пружинам относятся тарельчатые пружины, кольцевые пружины трения, пружины с отогнутыми витками различной формы и другие, а также пружинящие детали.

Тарельчатые пружины состоят из упругих элементов, имеющих вид усеченного конуса. Они используются в тех

2. РАСЧЕТЫ ПРУЖИН

Целью расчета пружин в стрелковом оружии является определение размеров пружин, обеспечивающих их достаточную прочность, и характеристик, которые необходимы для работы в заданных условиях.

Условия работы пружин характеризуются циклическостью и большими скоростями их нагружений. Однако время их деформации обычно больше периода собственных колебаний витков, поэтому при расчете пружин используются статистические методы с введением соответствующих коэффициентов запаса прочности.

При расчете пружин принимаются следующие допущения:

случаях, если требуется выдержать большую нагрузку при малой деформации. Применяются в буферных устройствах.

Кольцевые пружины трения состоят из набора внутренних и внешних колец с сечением специальной формы. При действии осевых нагрузок внешние кольца растягиваются, а внутренние сжимаются. Силы трения, возникающие между соприкасающимися поверхностями колец, поглощают за цикл нагружения значительную долю энергии движущегося тела. Пружины широко применяются в амортизаторах и буферных устройствах.

Пружины с отогнутыми витками различной формы используются в механизмах и устройствах оружия для обеспечения их надежного функционирования.

Пружинящие детали применяются, как правило, в качестве экстракторов гильз.

- при переходе от статической к динамической нагрузке механические свойства материала не меняются;
- материал пружин является однородным и изотопным;
- деформация пружины линейно зависит от нагрузки.

Цилиндрические винтовые пружины

Существует несколько методик расчета винтовых пружин [9, 83, 86]. Некоторые из них изложены ниже.

При изготовлении рабочего чертежа на пружину к нему прилагается так называемая диаграмма работы пружины. Она представляет собой зависимость стрелы поджатия от прилагаемого усилия к пружине.

Опытами установлено, что усилие пружины с достаточной для практики точностью можно считать прямопропорциональным стреле поджатия.

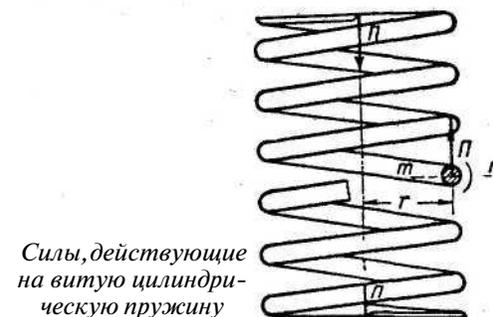
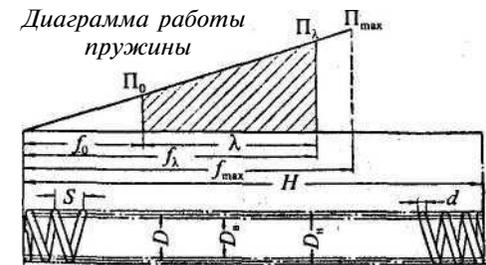
Диаграмма составляется следующим образом: в прямоугольной системе координат по оси абсцисс откладывают стрелу поджатия, а по оси ординат — соответствующие усилия. Зависимость получается в виде прямой линии, проходящей через начало координат. На диаграмме указывают значения:

f_0 — стрелы предварительного поджатия; Π_0 — усилия предварительного поджатия. Оно необходимо для обеспечения правильности работы подвижных частей в различных условиях; Π — усилия наибольшего рабочего; λ — стрелы поджатия, соответствующей Π ; Π^{\wedge} — наибольшего усилия, необходимого для сжатия пружины до полного соприкосновения витков; λ^{\wedge} — стрелы наибольшего поджатия пружины до полного соприкосновения витков; H — длину пружины в свободном состоянии.

Одной из основных величин, характеризующих пружину, является ее жесткость, которая представляет собой отношение усилия пружины к соответствующей стреле поджатия

$$k = \frac{P}{\lambda}$$

Жесткость является постоянной величиной для данной пружины и служит угловым коэффициентом прямой, изображающей зависимость усилий пружины



Силы, действующие на витую цилиндрическую пружину

ны от стрелы прогиба. Жесткость зависит от соотношения между ее конструктивными размерами, материала и термической обработки.

Расчет остальных характеристик и параметров ведется по следующим формулам.

Усилие рабочего поджатия

$$\Pi = \Pi_0 \left(1 + \frac{\lambda}{f_0}\right),$$

где $X = f - f_0$, либо

$$\sim 76 \sim T,$$

где T — касательное напряжение в проволоке

$$TW = 0,393d'$$

d — диаметр проволоки; n — число витков; r — средний радиус витка пружины; $r > 2,5d$, а чаще берут $r = 3 + 4d$.

$$D=2r=2kd; k = \frac{1}{a} = 2,5 + 5.$$

Диаметр проволоки

$$d = 3 \sqrt{\frac{16 \Pi r}{\pi R_s}}$$

где R_s — допустимое напряжение на кручение (8000—9500 кг/см²).

При расчете винтовых цилиндрических пружин средним диаметром пружины обычно задаются, пользуясь отношением $k = \frac{1}{d}$, которое для нормальных пружин находится в пределах от 2,5 до 5. При пользовании этим отношением формула предстает в таком виде

$$d = \sqrt{\frac{16 k \Pi}{\pi R_s}}$$

Число витков

$$\frac{f G d^3}{64 \Pi r}$$

где G — модуль упругости 2-го рода (750 000 до 850 000 кг/см²).

Работа пружины

$$A = \eta \frac{f^2 - f_0^2}{2};$$

величина η — в пределах 0,8 — 1,0.

Длина пружины в свободном состоянии

$$H = nd + d + en + f,$$

где $e = \frac{1}{An}$ — зазор, оставшийся между витками при рабочем поджатии. В среднем $e = 0,1$ — ; $nd + d$ — высота пружины в полностью сжатом состоянии.

Общая длина проволоки, из которой навивается пружина

$$\frac{2 \pi n r}{\cos a}$$

где a — угол подъема, винтовой линии, который при расчетах берется $a = 6 + 9^\circ$.

Приблизительно можно вычислять

$$L = 2 \pi n r.$$

Чем меньше число витков имеет пружина при заданной высоте H , тем больше жесткость и больше угол подъема винтовой линии a

Пример. Положим, что пружина должна дать работу $A = 1,8$ кгм на длине хода $X = 130$ мм. Длина пружины при рабочем поджатии должна быть не больше 180 мм.

Найти конструктивные размеры пружины.

Пружина работает на сжатие. Задаем-ся стрелой предварительного поджатая

$$l_0 = \dots = 65 \text{ мм.}$$

Подсчитываем стрелу рабочего поджатая:

$$L = l_0 + X = 65 + 130 = 195 \text{ мм.}$$

Найдем соотношение между Π_0 и Π_x :

$$\frac{1 k A = 195}{\Pi_0 L 65} = 3$$

откуда

$$\Pi_x = 3 \Pi_0.$$

По формуле для работы пружины определим Π_x . Получим

откуда

$$\Pi_0 = \sqrt[3]{\frac{18}{6}} = 6,9 \text{ кг.}$$

Зная усилие предварительного поджатая, определим Π_x :

$$\Pi_x = 3 \cdot 6,9 = 20,7 \text{ кг.}$$

Задаваясь величиной $k = 4$ и принимая $R_s = 85$ кг/мм², определим диаметр проволоки:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 4 \cdot 20,7}{\pi \cdot 85}} = 2,23 \text{ мм.}$$

Округляем расчетный диаметр проволоки до $d = 2,3$ мм.

Вычислим средний радиус пружины по формуле

$$e = kd = 4 \cdot 2,3 = 9,2 \text{ мм.}$$

Принимая $G = 8000$ кг/мм², определим число рабочих витков:

$$n = \frac{f G d^3}{64 \Pi_x A} = \frac{195 \cdot 8000 \cdot 2,3^3}{64 \cdot 20,7 \cdot 9,2^2} = 42 \text{ В И Т О К}$$

Принимаем общее число витков $n = 44$ витка.

Определим зазор между витками по формуле

$$e = \frac{1}{An} = \frac{1}{4 \cdot 44} = 1,12 \text{ мм.}$$

Определим длину пружины при рабочем поджатии по формуле

$$= 44 \cdot 2,3 + 2,3 + 1,12 \cdot 44 = 153 \text{ мм.}$$

Пружина удовлетворяет условию.

Для расчета пружин наиболее типичных размеров, применяемых в качестве возвратных пружин, боевых, спусковых и отчасти буферных для автоматического оружия калибров $T > 6,5$ до 13 мм

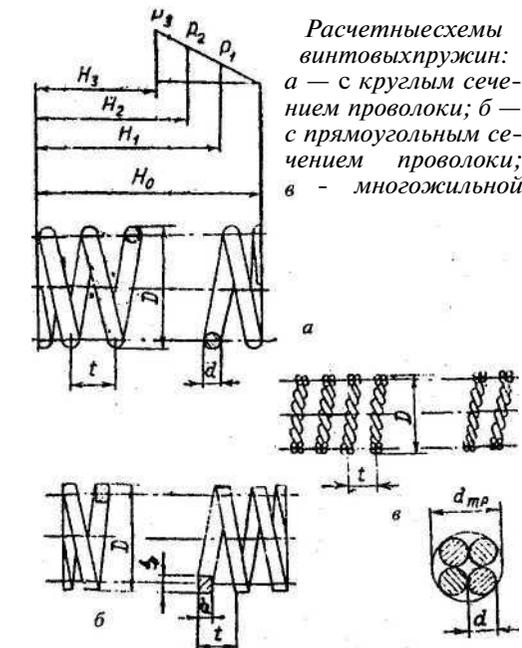
существует специальная номограмма, объединяющая формулы

$$\Pi = \frac{f G d^3}{8 D} \quad \text{и} \quad n = \frac{f G d^3}{64 \Pi A}$$

Теперь рассмотрим методику, изложенную в [86]. В ней для расчета пружин даются следующие рекомендации.

Важной характеристикой цилиндрических и призматических пружин с круглым сечением проволоки, работающих на сжатие, растяжение и кручение, является отношение среднего диаметра пружины к диаметру проволоки, называемое *индексом пружины (с)*.

При расчете пружин рекомендуется принимать отношение стрелы рабочего поджатая к стреле максимального поджатая не более 0,9, величину максимального зазора между витками при рабочем



Расчетные схемы винтовых пружин: а — с круглым сечением проволоки; б — с прямоугольным сечением проволоки; в — многожильной

поджатии не менее 0,2 мм на виток. Диаметр контрольного стержня принимается равным 1,04 наружного диаметра.

1. Стрела поджатая пружины

$$F = kGd \quad [\text{см}]$$

где n — число рабочих витков; D_0 — средний диаметр пружины; τ — напряжение в витках, кг/мм²; κ — коэффициент концентрации пружины; G — модуль сдвига 2-го рода (в расчетах рекомендуется брать $G = 8000$ кг/мм²); d — диаметр проволоки.

2. Напряжение в витках

$$\tau = \frac{F}{nd^3} \gamma^{\wedge} \quad [\text{кг/мм}^2]$$

где P — усилие поджатия пружины.

3. Полное число витков пружины

$$i = n + (1,5 + 2),$$

где n — число рабочих витков пружины (расчетное).

4. Шаг пружины

где H_0 — высота пружины в свободном состоянии.

5. Высота пружины в свободном состоянии

$$\#_0 = n d + d + en + F_x + X = H_3 + F_3,$$

где e — зазор между витками пружины

$$e = \frac{H_2 - H_0}{n} = \frac{F_3 - F_2}{n} = \frac{F_3 - F_2}{n}$$

H_2 — высота пружины в рабочем поджатии; H_3 — высота пружины при соприкосновении витков; F_1 — стрела предварительного поджатия пружины; A — рабочее поджатое пружины; F_3 —

стрела поджатия при полном соприкосновении витков.

6. Высота пружины при соприкосновении витков

$$H_3 = (n + i) d.$$

7. Усилие предварительного поджатия пружины

$$F_1 = \frac{2}{3} \frac{A}{nD^3} X$$

где $F_1 = \#_0 + Я$, — стрела предварительного поджатия пружины. Она должна лежать в пределах —

H_0 — высота пружины в свободном состоянии; H_x — высота пружины в предварительном поджатии; $X = H_1 - H_2$ — рабочее поджатие пружины; H_2 — высота пружины в рабочем поджатии; A — работа пружины на участке рабочего поджатия пружины.

8. Усилие рабочего поджатия пружины

$$P_2 = \frac{X}{Я_0 - Я} F, \quad F,$$

9. Усилие пружины при соприкосновении витков

$$P_3 = \frac{P_2(H_0 - H_2)}{H_0 - H_2}$$

10. Длина проволоки для пружины

$$L = \frac{H_0 - 1,5d}{n}$$

11. Напряжение при соприкосновении витков

12. Коэффициент концентрации

$$4c-1 \quad 0,615$$

$$4c-4 \quad c$$

13. Число рабочих витков пружины

14. Стрела поджатия до соприкосновения витков

Пример. Исходные данные: работа пружины на участке рабочего поджатия $\hat{=} 0,65$ кгм; рабочее поджатие пружины $X = 136$ мм; диаметр контрольной гильзы $D_r = 12$ мм.

Произвести расчет пружины.

Расчет ведут в следующей последовательности.

1. Задаются стрелой предварительного поджатия пружины. Берут

$$F_1 = X = 136 \text{ мм.}$$

2. Определяют усилие предварительного поджатия

$$P_1 = \frac{2}{3} \frac{A}{X^3} = \frac{2 \cdot 0,65}{3 \cdot 0,136^3} = 3,2 \text{ кг.}$$

3. Задаются диаметром проволоки: $d = 1,2$ мм.

4. Определяют наружный диаметр пружины

$$D = \frac{\hat{=} + 1,04}{1,04} = 11,55 \text{ мм.}$$

Пояснения: диаметр контрольного стержня в расчетах принимается равным 1,04 наружного диаметра.

5. Определяют средний диаметр пружины

$$\hat{=} = \frac{D - d}{1,35} \cdot 1,2 = 10,35 \text{ мм.}$$

6. Определяют число рабочих витков пружины

$$n = \frac{\hat{=}^4}{8 \cdot 3,2 \cdot 10,35^3} \cdot \frac{136 - 80001,2^4}{\kappa}$$

7. Определяют полное число витков

$$i = n + 2 = 79,5 + 2 = 81,5.$$

8. Определяют высоту пружины при соприкосновении витков.

$$H_3 = (i + 1,5) d = (79,5 + 1,5) \cdot 1,2 = 97,2 \text{ мм.}$$

9. Определяют усилие пружины при рабочем поджатии

$$P_3 = \frac{3,2(136+136)}{11,55} \text{ Мкг}$$

10. Принимают усилие максимального поджатия $P_2 = 0,85 P_3$, тогда

$$P_2 = 0,85 \cdot 0,85 \cdot P_3$$

11. Определяют стрелу поджатия пружины до соприкосновения витков

$$F_1 = \frac{P_2 A (X + X)}{7,55(136+136)} = 321 \text{ мм.}$$

12. Определяют высоту пружины в свободном состоянии

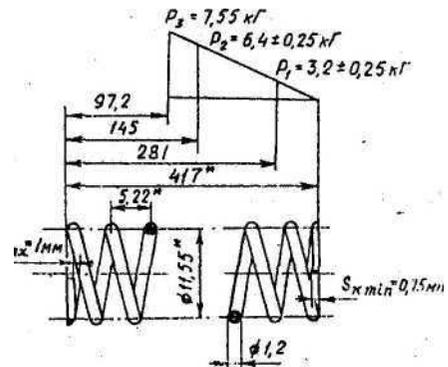
$$H_0 = H_3 + F_1 = 321 + 97,2 = 417 \text{ мм.}$$

13. Определяют зазор между витками при рабочем поджатии

$$e = \frac{P_2 - P_3}{F_1 - iX + F_1}$$

$$e = \frac{321 - (136 + 136)}{79,5} = 0,490 \text{ мм.}$$

14. Определяют напряжение при соприкосновении витков



Рабочий чертеж винтовой цилиндрической пружины

где $k = \frac{4c-1}{4c-4} + \frac{0,615}{c}$

- P_0 Ю35
 $c \sim 12$

Тогда

$$\frac{4-8,62-0,615}{4-8,62-4} \cdot \frac{8,62}{8-1,17-7,55-10,35} = 134 \text{ кг/мм.}$$

Допускаемое напряжение для $d = 12$ мм равно 144 кг/мм^2 . Предел не нарушен.

15. Определяют длину проволоки, необходимую для изготовления пружины,

где $\frac{H_0-1,5d}{n} = \frac{417-1,5 \cdot 12}{79,5} = 5,22 \text{ мм.}$

Тогда

$$L = 81,5 \sqrt{(3 \cdot 4 - 10,35)^2 + 5,22^2} = 2690 \text{ мм.}$$

Результаты расчета пружины оформляют в виде ее рабочего чертежа.

Расчет винтовых пружин кручения

Особенность этих пружин заключается в следующем:

- витки пружины прилегают плотно, друг к другу;
- крайние витки имеют удлиненные концы.

Такие пружины рассчитываются на сопротивление изгибу.

Для проведения расчетов берут следующие исходные величины:

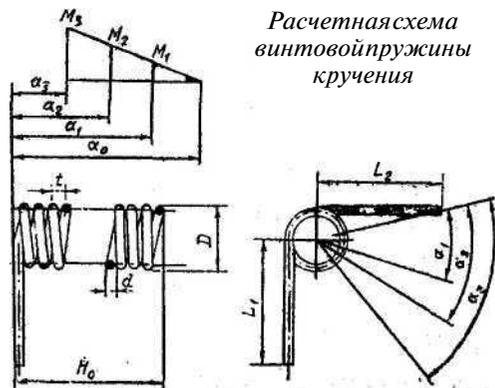
- внутренний диаметр пружины ξ ;
- высоту пружины при соприкосновении витков H_0 ;
- угловую деформацию пружины при предварительном закручивании в градусах α°_3 ;
- угловую деформацию пружины при рабочем закручивании в градусах α°_2 .

Формулы для расчета пружины кручения следующие [86]:

1. Максимально допустимый момент

$$M_3 \text{ и, [кгм],}$$

где d — диаметр проволоки; c_m — напряжение изгиба.



2. Угол поворота одного торца пружины при нагрузке

$$\alpha_3 \sim \frac{E L}{E} \text{ [радиан],}$$

где L — развернутая длина проволоки рабочих витков; E — модуль продольной упругости 1-го рода.

3. Высота пружины при плотной свивке

$$H_0 = (n + 1) d,$$

где n — число рабочих витков.

4. Средний диаметр пружины

$$D_0 = \xi + d.$$

5. Шаг пружины

6. Развернутая длина проволоки рабочих витков

7. Длина проволоки для всей пружины

где L_1 — длина отрезка верхнего витка; L_2 — длина отрезка нижнего витка.

8. Угловая деформация пружины при максимальном закручивании, в градусах

9. Крутящий момент при рабочем закручивании пружины

где M — крутящий момент при предварительном закручивании пружины.

10. Длина одного витка по среднему диаметру

$$l_0 = \pi A_0,$$

11. Изменение величины при закручивании на угол α°_3

$$360\pi$$

12. Длина одного витка после закручивания пружины на угол α°_3

$$l_{03} = l_0 + A_0 \alpha_3.$$

13. Средний диаметр пружины после закручивания на угол α°_3

14. Внутренний диаметр пружины после закручивания на угол α°_3

При расчетах нужно, чтобы размер $\xi > 3$ обеспечивал свободное вращение витков пружины на оси.

Пластинчатые пружины

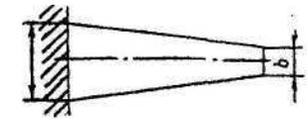
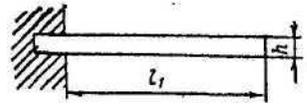
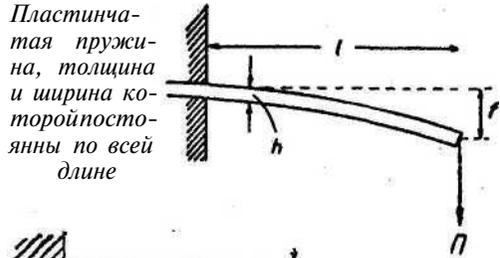
Пластинчатые пружины применяются в спусковых, ударных и подающих механизмах, выбрасывателях.

Пластинчатые пружины могут иметь либо одинаковую толщину и ширину по всей длине, либо переменную ширину по всей длине, либо переменную толщину по всей длине.

Мы рассмотрим случай, когда пластинчатая пружина имеет одинаковую толщину и ширину по всей длине.

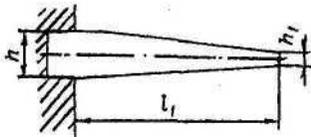
Плоская пружина может быть представлена как обыкновенная балка, один конец которой заделан, а другой свободен.

Пластинчатая пружина, толщина и ширина которой постоянны по всей длине



Пластинчатая пружина с переменной шириной

Пластинчатая пружина с переменной толщиной



Работа пружины

$$A = \frac{2U^2 L^3}{6}$$

где E — модуль упругости 1-го рода; L — длина пружины; b — ширина пружины; L — высота (толщина) пружины; P — усилие, приложенное к пружине,

$$P = \frac{bh^2 R_s}{6 L}$$

где R_s — допустимое напряжение на кручение.

Стрела прогиба

$$f = \frac{3}{8} \frac{PhL^3}{Ebh^3}$$

Вес пружины

где V — объем пружины; δ — плотность материала пружины

$$V = bhL$$

Тогда работа пружины

$$18 E$$

Пример. Определить наибольшую нагрузку, прогиб и работу плоской пластинчатой пружины, имеющей размеры $b = 8$ мм, $L = 2$ мм, $h = 80$ мм, если допустимое напряжение $R_s = 5000$ кг/см². Модуль упругости $E = 2200000$ кг/см². Формула 54 дает:

$$\frac{bh^2 R_s}{6} \cdot \frac{2}{L} = \frac{0,8 \cdot 0,2^2 \cdot 5000}{6} = 3,3 \text{ кг.}$$

Точно так же найдётся и f :

$$\frac{2}{3} \frac{L^2 R_s}{bh^3} = \frac{2}{3} \frac{8^2 \cdot 5000}{2200000 \cdot 0,2^3} = 0,82 \text{ кгм.}$$

Работа пружины:

$$A = \frac{2}{3} \frac{L^3 R_s^2}{bh^3} = 0,82 \text{ кгм.}$$

Вес пружины будет:

$$Q = \frac{2}{3} \frac{L^3 R_s^2}{bh^3} = 0,8 \cdot 0,2 \cdot 8 \cdot 7,85 = 10 \text{ г.}$$

Мы рассмотрели самые ходовые пружины. Для ознакомления с расчетом других пружин рекомендуем курс А. А. Благонравова [8].

3. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРУЖИН

Винтовые пружины производятся вручную, на токарных станках со специальным приспособлением и на автоматах.

Автоматы применяются, главным образом, на крупных заводах, специализирующихся на массовом производстве пружин.

Навивка пружин происходит в холодную, и только толстые пружины навиваются в горячем состоянии.

Пластинчатые пружины изготавливаются из листовой стали и затем подвергаются термической обработке.

Основным материалом является сталь (мартеповская, тигельная, электросталь).

Доброкачество пружинной стали характеризуется:

- временным сопротивлением разрыву σ_b ;
- пределом пропорциональности σ_p не менее 50 % от временного сопротивления;
- относительным удлинением δ .

Проволока для пружин отечественных заводов при содержании углерода от 0,75 до 1 % имеет следующие механические качества:

- временное сопротивление $\sigma_b = 130 + 150$ кг/мм²;
- предел пропорциональности $\sigma_p = 0,75 \sigma_b$;
- относительное удлинение $\delta = 4 + 6$ %.

Для пружин сжатия и растяжения, изготавливаемых холодной навивкой, рекомендуется использовать стальную углеродистую пружинную проволоку 1-го класса по ГОСТ 9389—60. Промышленность выпускает ее с размерами диаметра от 0,14 до 8 мм. Для

одножильных пружин используется весь диапазон размеров. После изготовления такие пружины подвергаются только отпуску. Для пружин с диаметром проволоки более 3 мм применяются стали 60С2А, 65С2ВА, 60С2ФА. Пружины, изготовленные из этих сталей, подвергаются термообработке в готовом виде и могут работать в интервале температур от -40 до $+250$ °С

Сталь для плоских пружин должна отвечать следующим требованиям:

- не иметь малейших трещин на поверхности;
- в термически обработанном виде она должна иметь волокнистый излом;
- в термически обработанном виде она должна иметь: $\sigma_b = 120 - 140$ кг/мм²; $\sigma_p = \text{ПО} - 120$ кг/мм²; $e = 6 - 8$ %

Термическая обработка для пружин в основном сводится к следующему: отожженную проволоку $d = 1,5 - 4,5$ мм навивают в холодном состоянии в стальные оправки и вместе с ними отжигают при температуре $750 - 770$ °С (выдержкой 0,5 часа).

Затем следует охлаждение вместе с печью. После отжига навитая проволока снимается с оправки и производится разрезка по длине пружины и отделка ее концов.

Далее сформированные пружины помещают в закалочные нефтяные печи или соляные ванны с температурой $790 - 830$ °С, выдерживают 5—6 минут и закалывают в масле. Отпуск производится последующим нагреванием в масляной или свинцовой ванне с температурой $330 - 350$ °С с выдержкой 1—1,5 минуты и охлаждением в масле.

Пружины стрелкового оружия подвергаются при приемке статическим и динамическим испытаниям. Статические испытания состоят из длительного сжатия или длительного растяжения до заданной стрелы и из определения силы пружины (взвешивание). К динамическим относится испытание на многократ-

ное переменное сжатие или растяжение. Всем видам испытаний подвергаются возвратные и боевые пружины, а иногда также буферные пружины и пружины амортизаторов. Остальные пружины проходят обычно только статические испытания. Кроме того, все пружины подвергаются обмеру.