

Способы повышения упругости и усталостной прочности пружин «змейка»

Студент группы 10405119 Матюков И.М.
 Научный руководитель – Константинов В.М.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Пружины «Змейка» представляет собой стальную проволоку с волнообразно расположенными витками, находящимися в одной плоскости (рисунок 1). Они используются в креслах, диванах и автомобильных креслах, где невозможно использование пружинных блоков.

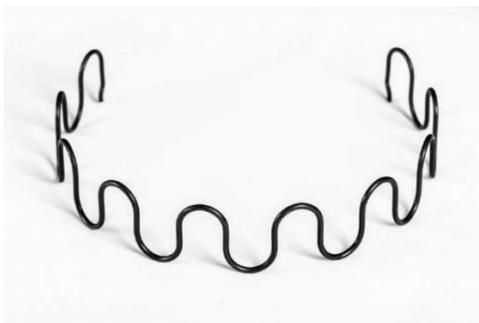


Рисунок 2 - Внешний вид пружины "Змейка"

Специфика применения пружины «Змейка» подразумевает нагрузки на растяжение и изгиб (рис.2). Соответственно возрастает необходимость в увеличении усталостной прочности и упругих свойств пружины.



Рисунок 3 - Схема нагружения пружины "Змейка"

Пружины должны изготавливаться из высокоуглеродистых рессорно-пружинных сталей (0,5-1,0% С). Так как в пружине недопустимо возникновение пластической деформации данные стали должны обладать высокой упругой деформацией, сопротивлением усталостным изменениям, но и обеспечивать достаточную пластичность для навивки [1].

Качество пружинной проволоки определяется временным сопротивлением (σ_B), числом перегибов и скручиваний. Наиболее часто пружины изготавливают из шлифованной холодной тянутой проволоки (серебрянки). Наклеп от холодной протяжки создает высокую твердость и упругость. После навивки в холодном состоянии пружина подвергается отпуску при 250-350°C для снятия внутренних напряжений, что повышает предел упругости [1].

Большая суммарная величина упругой деформации определяется числом, диаметром, высотой, шагом витков и длиной пружины: чем большее сечение имеет проволока, меньше шаг и больше длина витка, тем пружина имеет более высокие упругие свойства [2].

Значительно улучшить усталостную прочность пружин позволяет поверхностный наклеп. Возникающие при этом в поверхности напряжения сжатия повышают предел выносливости (усталости). Наклеп создается обкаткой поверхности роликами, дробеструйной или

гидроабразивной обработкой. Наиболее высокие показатели выносливости достигаются сочетанием дробеструйной и гидроабразивной обработкой (предел выносливости увеличивается на 150-170%). Так же предел выносливости можно увеличить на 120-130% за счет шлифовки и полировки [2].

Требования к высокой усталостной прочности определяют повышенные требования к качеству поверхности проволоки: при наличии трещин, закатов, плен, волосовин, раковин, пузырей, песочин, окалины и расслоений пружины разрушаются вследствие усталости в местах концентрации напряжений вокруг данных дефектов. Поверхность проволоки зачищают напильником или мягким шлифовальным кругом. Местные дефекты устраняются пологой зачисткой или шлифованием в пределах наименьших допустимых значений сечения [3].

Для повышения упругих и усталостных свойств пружин используется легирование никелем, кремнием и марганцем. Данные легирующие элементы сильно влияют на упрочнение стали в области микропластических, малых и повышенных пластических деформациях, так как задерживают поперечное скольжение дислокаций. Их основной задачей является повышение стабильности структуры, в том числе дислокационной. Поэтому легирующие элементы должны повышать энергию активации скольжения вследствие образования стабильных сегрегаций на дислокациях в процессе отпуска, а также в результате их влияния на степень упорядочения в матричной фазе и энергию дефектов упаковки [4].

В присутствии 0,8-1,0% марганца измельчается субструктура зерен, повышается предел упругости и прочность. Легирование кремнием (1-3%) повышает сопротивление малым пластическим деформациям и увеличивает релаксационную стойкость, поскольку снижает энергию дефектов упаковки. Введение никеля резко уменьшает степень распада цементита при волочении, сохраняя высокий запас пластичности и возможность достижения высоких степеней обжатия при волочении и соответственно получения высокопрочной проволоки [4].

Коррозионное поражение создает на поверхности пружины дефекты, являющиеся концентраторами напряжений, которые способствуют распространению усталостных трещин. Известно, что чем больше в стали углерода, тем более она склонна к коррозии, следовательно, возникает необходимость в нанесении коррозионностойких покрытий так как пружинные стали высокоуглеродистые (0,5-1,0% С).

Скоростное коррозионное испытание пружин в камере соляного тумана (5% раствор NaCl в воде) в течении 12 часов при T=35°C показало следующие результаты:

Таблица 1. Сравнительные результаты коррозионных покрытий

Образец	Площадь поражённой поверхности, %
№1	90
№2	80
№3	Видимы повреждений не имеет
Примечания: Образец №1. Сталь У9А, химическое оксидирование Образец №2. Сталь 70СА, гальваническое цинковое покрытие Образец №3. Сталь 40С2, горячее цинковое покрытие	

Таким образом повысить упругость и выносливость мебельной пружины «Змейка» позволяет выбор высокоуглеродистой (0,5-1,0% С) рессорно-пружинной стали в виде «серебрянки», обеспечивающей более высокое качество поверхности.

Благоприятно на выносливости и упругости сказывается легирование кремнием, марганцем и никелем в количестве 1-3%, а также дробеструйная, гидроабразивная обработка и обкатка роликами, создающая в поверхности напряжения сжатия.

Защита поверхности проволоки от коррозии позволяет снизить влияние поверхностных дефектов, возникших в результате нее, на распространение усталостных трещин под воздействием знакопеременных нагрузок.

В качестве коррозионностойких покрытий могут использоваться химическое оксидирование, гальваническое цинковое покрытие, а также использование лакокрасочных покрытий и воронение (например, в льняном масле).

Список использованных источников

1. Гуляев А. П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд. Перераб. и доп. М. Металлургия, 1986. – 544 с.
2. Машиностроительные материалы. Краткий справочник. Под ред. В. М. Раскатова. Изд. 2-е, переработ. и доп. М., «Машиностроение», 1969. – 350 с.
3. Машиностроительные стали. Справочник. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 391 с., ил.
4. Пружинные стали и сплавы. 3-е изд., перераб. и доп. Рахштадт А. Г. М., «Металлургия», 1982. – 400 с.