

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРУЖИННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Абу Фадда Т.М.¹, Мирзаев О.Н.², Пенев М.В.¹

¹*Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург;*

²*Дагестанский государственный технический университет, Дагестан*

Ключевые слова: пружины, релаксация, циклическая стойкость, надёжность, напряжение, бронзовые сплавы.

Аннотация. В статье рассмотрены актуальные задачи поиска новых материалов для производства пружин, способных выдерживать различные эксплуатационные условия, такие как высокие и низкие температуры, агрессивные среды и стандартные условия. Основное внимание уделено анализу свойств винтовых цилиндрических пружин, особенно их стойкости к релаксации напряжений и ползучести, зависящей от температуры. Также отмечается необходимость выбора материалов, способных сохранять требуемую жесткость и надежность в процессе эксплуатации.

CURRENT TASKS OF SEARCHING FOR NEW MATERIALS IN SPRING PRODUCTION

Abu Fadda T.M.¹, Mirzaev O.N.², Penev M.V.¹

¹*Baltic State Technical University "VOENMEH" named after D.F. Ustinov,
Saint-Petersburg;*

²*Dagestan State Technical University, Dagestan*

Keywords: springs, relaxation, cyclic stability, reliability, tension, bronze alloys.

Abstract. The article discusses the urgent tasks of searching for new materials for the production of springs capable of withstanding various operating conditions, such as high and low temperatures, aggressive environments and standard conditions. The main attention is paid to the analysis of the properties of helical cylindrical springs, especially their resistance to stress relaxation and temperature-dependent creep. It is also noted that it is necessary to choose materials that can maintain the required rigidity and reliability during operation.

Применение пружин позволяет значительно упростить силовые схемы и изменить габариты. Ввиду большого многообразия различных форм, конструкций и области применения различных упругих элементов (рис. 1) необходимо систематизировать их путем приведения общей классификации, которая позволит прогнозировать возможность применения тех или иных конструкций в разрабатываемых узлах [1-8].

По условиям работы различают пружины, работающие при высоких температурах (клапанные пружины двигателей внутреннего сгорания); работающие при низких температурах (пружины трубопроводной арматуры); работающие в агрессивных средах (пружины заслонок и клапанов химических аппаратов) и работающие в обычных условиях (рис. 2).

Пружины из цветных сплавов, в том числе из бронзовых широко применяются в судостроении, в частности в судовой арматуре. Параметрами,

описывающими геометрию пружины, являются: диаметр сечения проволоки (d), наружный или внутренний диаметр пружины (D_n или $D_{вн}$), высота пружины в свободном состоянии (L_0) и количество рабочих витков (n). На рисунке 6 представлен рабочий чертеж винтовой цилиндрической пружины предохранительного клапана $D_y15; P_y10; P_p0,7$. Чертежи пружины выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.401. В настоящий момент надежность эксплуатации пружин подтверждается расчетно-аналитическим методом.

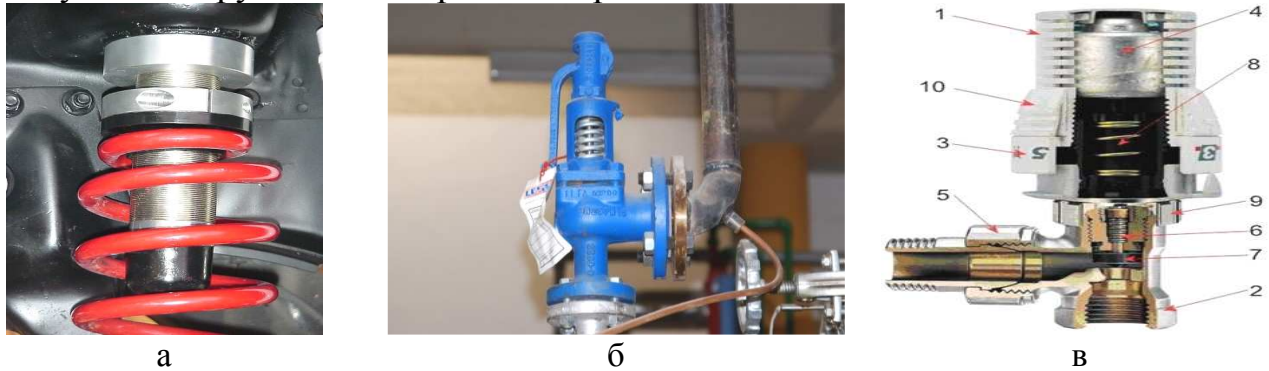


Рис. 1. Применение пружин в различных механизмах

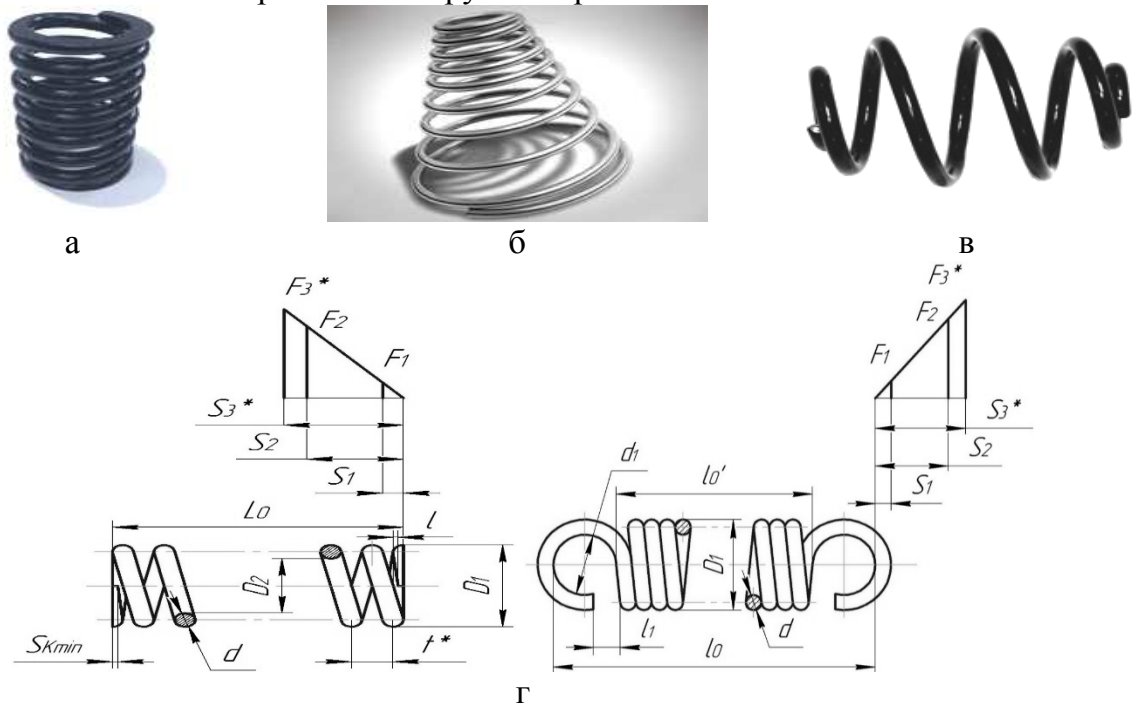


Рис. 2. Виды пружин по форме

В процессе эксплуатации пружины подвергаются статическому и циклическому нагружению. Оценка особенностей работы в подобных условиях сводится к оценке релаксационной стойкости пружины (рис. 3). Наиболее классическим методом построения кривых релаксации напряжений являются кривые, имеющие два отчетливо выраженных участка [5].

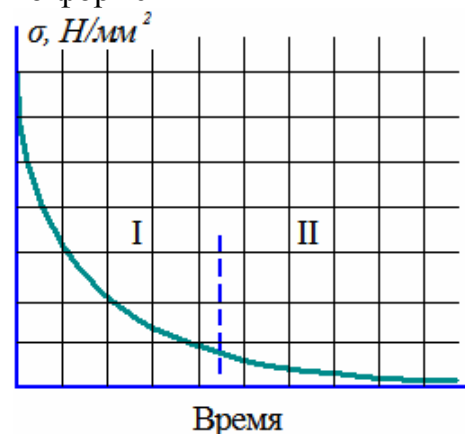


Рис. 3. Схема экспериментально получаемой кривой релаксации напряжений

При этом ряд исследователей [6] предполагают, что это связано с различными механизмами релаксации, протекающими во времени на 1-м и 2-м участках.

Основными эксплуатационными свойствами винтовых цилиндрических пружин является жесткость и стойкость их к релаксации напряжений и ползучести во время эксплуатации. Как правило, релаксационная стойкость и ползучесть зависят от выбранного материала и предельно допустимых касательных напряжений. Ползучесть представляет собой одно из основных свойств материалов, ее скорость в значительной степени зависит от температуры эксплуатации. Ползучесть металлов является процессом, обусловленным движением дислокаций кристалла [7]. При длительной нагрузке в поперечном сечении витка пружины, проявляется ползучесть под воздействием постоянного крутящего момента и с течением времени распределение касательных напряжений в поперечном сечении витка пружины становится нелинейным. Требования по надежности эксплуатации, условия воздействия окружающей среды (агрессивная среда, температура и т.д.) и использование новых материалов для пружин определяют актуальность разработки методик прогнозирования циклической стойкости винтовых пружин из бронзовых сплавов в различных условиях эксплуатации. Одним из способов решения этой задачи является проведение многофакторного эксперимента и построение уравнений регрессии.

Список литературы

1. Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. – М.: Машгиз, 1962. – 456 с.
2. Пастухова Ж.П., Рахштад А.Г. Пружинные сплавы цветных металлов. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1983. – 364 с.
3. Ремшев Е.Ю., Данилин Г.А., Воробьева Г.А., Силаев М.Ю. Обеспечение эксплуатационной надежности упругих элементов акустическими методами // *Металлург.* – 2015. – № 3. – С. 48-51.
4. Карева Н.Т., Корягин Ю.Д. Влияние режимов термической обработки на структуру бронзы БрНХК // *Металловедение и термическая обработка.* 2015. – № 4 – С.84-88.
5. Еськова Е.А., Силаев М.Ю., Воробьева Г.А., Афимьин Г.О. Оценка релаксационной стойкости винтовых пружин из сплава БРНХК-2,5-0,7-0,6 // Молодежь. Техника. Космос. Труды двенадцатой общероссийской молодежной научно-технической конференции, в 4 т. Сер. Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 67. – СПб., 2020. – С. 61-68.
6. Ремшев Е.Ю. Применение метода акустической эмиссии для контроля качества пружин из сплава ВТ23 // *Металлообработка.* – 2012. – № 4. – С. 27-33.
7. Vorob'eva G.A., Remshev, E.Y. Effect of the parameters of aerothermoacoustic treatment of 40Kh steel on the acoustic emission parameters // *Russian Metallurgy (Metally).* 2016, no. 3, pp. 189-192.
8. Арсентьева Н.С., Боков Н.Ф., Казанцев Е.А., Железняк Л.М., Марущак Л.Н., Бекленищева Г.В., Ломакина К.А. Высококачественная проволока из электротехнических бронз производства ОАО "КУЗОЦМ" // *Металлург.* – 2009. – № 12. – С. 62-65.

Сведения об авторах:

Абу Фадда Тарек Мухаммадович – младший научный сотрудник, аспирант;

Мирзаев Осман Нурмагомедович – аспирант;

Пенев Максим Викторович – аспирант.