

УДК 162.172.22

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРУЖИНЫ НЕРАЗРУШАЮЩИМ СПОСОБОМ ПО МОДУЛЮ СДВИГА. ИСТОРИКО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ**Чернавский Евгений Алексеевич<sup>(1)</sup>*Студент 2 курса<sup>(1)</sup>**кафедра «Машиностроительные технологии»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: И.А. Коротченко,***Аннотация:**

Целью исследования является изучение механических свойств пружин при их растяжении, а также определение материала, из которого они сделаны. В ходе работы проведён анализ исторического развития применения упругих свойств материалов, изучены механизмы работы пружин, их производство и области использования. В практической части выполнены измерения, позволяющие определить материал пружины по модулю сдвига, без разрушения образца. Разработан экспериментальный прибор, облегчающий вычисления значения силы упругости и модуля сдвига, которые коррелируют с табличными данными для различных материалов.

**Текст:**

Пружины играют важную роль в механике и машиностроении, их упругие свойства используются для накопления и передачи энергии. В середине XIII века французским архитектором Вилларом де Оннекуром (рис.1) была спроектирована и построена первая механическая пила, которая работала под действием потока воды на водяную мельницу.

Современные пружины изготавливаются из высокоуглеродистой или легированной стали, что придаёт им прочность и долговечность. Производство может включать горячую или холодную навивку, термическую обработку, контроль дефектов и нанесение защитных покрытий.

Одним из ключевых параметров пружины является её упругость, описываемая законом Гука: сила упругости пропорциональна деформации. Коэффициент жёсткости зависит от материала, формы и числа витков. Основные характеристики материала определяются через модуль Юнга, модуль сдвига и коэффициент Пуассона. В практической части работы проведены эксперименты по определению модуля сдвига различных пружин с использованием специального прибора. Методика основана на точных измерениях удлинения и силы упругости, что позволяет без разрушения образца определить его состав.

Разработанный прибор ПИППР (Прибор Измерения Параметров Пружин Растяжения) представляет собой компактное устройство, оснащённое электронными весами, подвижной конструкцией с фиксатором и шкалой для точного измерения удлинения пружины. В отличие от традиционных методов, прибор позволяет фиксировать значения силы и растяжения с высокой точностью, что делает его удобным для серийных испытаний. Технические характеристики прибора включают диапазон измеряемой длины пружины до 110 мм, диапазон удлинения до 50 мм с шагом 0,01 мм и допустимую нагрузку до 100 Н. Применение прибора значительно

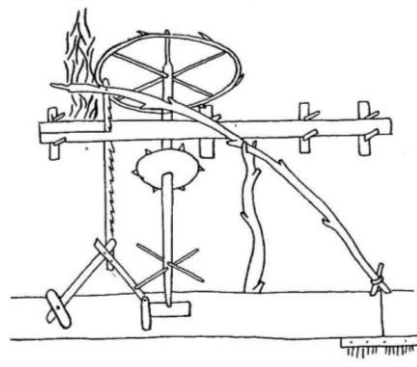


Рис. 1. Пила Оннекура.

упрощает процедуру испытаний и повышает точность определения материала пружины.

Порядок работы с прибором ПИППР (рис. 2):

1. Выбранную пружину надеть на крючок весов
2. Расслабить фиксатор подвижной конструкции и отодвинуть её на расстояние для лёгкого надевания свободного конца пружины на крючок растяжителя, предварительно установив растяжитель в положение «0».
3. Включить электронные весы и начать двигать подвижную конструкцию до начала изменения значения отличного от «0». Медленно отодвигать подвижную конструкцию влево, до появления значения весов «0».
4. Закрутить фиксатор, обеспечив неподвижность положения конструкции.
5. Начать перемещать растяжитель за рычаг, для изменения длины растяжения пружины, предварительно повернув его на 90 градусов по оси.
6. Закрепить зацеп-указатель и снять показания весов.
7. При необходимости повторить операции, согласно п. 5-6, для оставшихся значений растяжения.
8. По окончании работы привести прибор в первоначальное положение.



Рис. 2. Прибор ПИППР.

Для практической работы, согласно теоретической части проекта, а также используя специализированную литературу, была выведена формула для нахождения модуля сдвига пружины (3). Для выведения итоговой формулы использовались формула Закона Гука (1) и формула коэффициента жёсткости пружины (2).

$$\begin{array}{l}
 \boxed{F = k \Delta x} \\
 (1)
 \end{array}
 \quad \rightarrow \quad
 \boxed{G = \frac{8 F d_F^3 n}{\Delta x d_D^4}}
 \quad (3)$$

$$\begin{array}{l}
 \boxed{k = \frac{G d_D^4}{8 d_F^3 n}} \\
 (2)
 \end{array}$$

В результате исследований подтверждена применимость метода для анализа пружин из различных материалов. Предложенный способ позволяет быстро и точно определять характеристики пружин на производстве, снижая затраты и минимизируя ошибки при определении материала пружин, не разрушая исследуемый образец. Разработанный прибор даёт возможность оперативного контроля качества материала на соответствие заявленному.

### **Литература**

1. *Стариков С.С.* Ношение воды в решетке. – М.: Физматгиз, 1958. – 313 с.
2. *Новиков Н.Н.* К вопросу о переносе воды в сосуде с переменной структурой плотности. // Доклады АН СССР. – 1972, Т.115. – №3. – С. 174-182.
1. *Гузенков П.Г.* Краткий справочник к расчетам деталей машин. – М.: Машиностроение, 1964. – 312 с.
2. *Башта Т.М.* Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972. – 416 с.
3. *HUTTE.* Справочник для инженеров, техников и студентов. Т. 1. – Берлин: Springer, 1934. – 528 с.
4. *Енохович А.С.* Справочник по физике и технике. – Л.: Наука, 1989. – 276 с.
5. *Волькенштейн В.С.* Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Высшая школа, 2006. – 368 с.