

3. ГОСТ 21623-76. Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтнопригодности. Термины и определения.

4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

УДК 004.45:539.3/6

## РАСЧЕТ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ В MATHCAD

*Студенты – Потершук В.В., 20 мо, 2 курс, ФТС;  
Филиппович П.Р., 20 мо, 2 курс, ФТС*

*Научный руководитель – Колоско Д.Н., к.т.н, доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В инженерных конструкциях и сооружениях широкое применение находят брусья, размеры поперечных сечений которых значительно меньше длины – длинные и тонкие стержни. Деформация таких стержней под действием осевой сжимающей нагрузки принципиально иная, чем при сжатии коротких стержней. При достижении сжимающей силой некоторой критической величины  $F_{кр}$  прямолинейная форма равновесия длинного стержня оказывается неустойчивой; при превышении  $F_{кр}$  стержень искривляется. При этом новым моментальным равновесным состоянием упругого длинного стержня становится криволинейная форма. Это явление носит название потери устойчивости. Устойчивость – способность тела сохранять положение или форму равновесия под действием сжимающей силы.

Условие устойчивости имеет вид:

$$\sigma = \frac{F}{A_{бр}} \leq \varphi[\sigma], \quad (1)$$

где  $A_{бр}$  – площадь поперечного сечения без учета местных ослаблений;

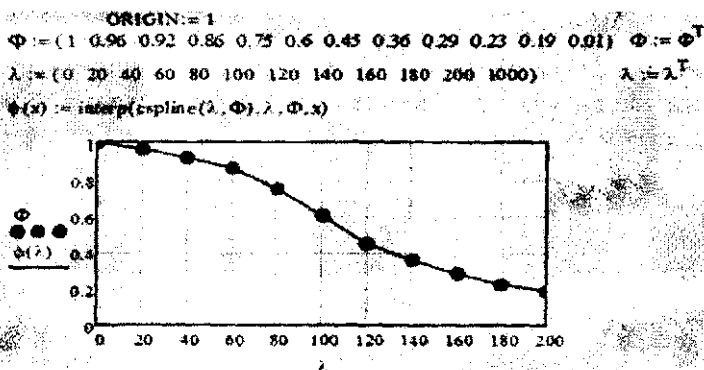
$\varphi$  – коэффициент продольного изгиба, зависящий от материала и гибкости стержня, так же называемый коэффициентом понижения допускаемых напряжений при расчетах на

устойчивость сжатых стержней. Из условия устойчивости выполняется три вида инженерных расчетов:

- проверочный расчет позволяющий превышение допустимых напряжений на 5%;
- определение грузоподъемности;
- определение размеров поперечного сечения стержня, в следствие наличия двух неизвестных величин в одном уравнении решаемый методом последовательных приближений.

Этот вид расчетов является наиболее трудоемким, математический расчет повторяется многократно (количество приближений может достигать 7-8) при измененном значении  $\varphi$ . Значение коэффициента продольного изгиба в каждом приближении определяется интерполированием табличных значений в зависимости от полученного интервала расчетных гибкостей.

Математический пакет Mathcad позволяет значительно сократить временных затраты и трудоемкость математический расчетов [1]. Программа расчета стержня на устойчивость начинается с ввода значений коэффициента  $\varphi$ : в начале итерации  $\varphi_1$ , в конце итерации  $\varphi_2$  и счетчик числа итерации  $j$  (рисунок 1).



Исходные данные для расчетов

$F := 80 \cdot 10^3 \text{ Н}$      $\sigma_{\text{доп}} := 100 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$      $L := 2 \text{ м}$      $\mu := 0.7$      $\Phi_1 := 0.6$

Рисунок 1 – Зависимость коэффициента снижения допустимого напряжения  $\varphi$  от гибкости стержня  $\lambda$ .

Затем следует итерационный цикл, начинающийся оператором while – повторение циклов продолжается до выполнения заданного

критерия (до расхождения между не менее 0,1 %). Вся программа выделена вертикальной чертой слева, итерационный цикл выделен второй вертикальной чертой. Внутри цикла последовательно вычисляются допускаемые напряжения на устойчивость, площадь сечения, диаметр стержня, момент инерции, радиус инерции и гибкость стержня.

```

D := | φ1 ← φ1
      φ2 ← 0
      j ← 0
      while |φ2 - φ1| > 0.001
          | φ2 ← (φ2 + φ1) / 2
            j ← j + 1
            σy ← φ2 · σсрн
            A ← F / σy
            | d ← √(4A / π)
              J ← π · d4 / 64
              i ← √(J / A)
              λ ← μ · L / i
              λ ← 200 if λ > 200
              | φj ← φ1
                ddj ← d · 1000
                "перевод d в мм"
                λλj ← λ
                (φ φ λ λ dd)F
  
```

Рисунок 2 – Программа расчета диаметра сжатого стержня

На каждом шаге итерации определяется новое значение коэффициента продольного изгиба  $\phi$  с помощью функции интерполяции  $\phi(\lambda)$ , показаны на рисунке 1. Результаты расчета показаны на рисунке 3. Несмотря на высокую точность расчета (0,1 %), для ее достижения оказалось достаточно четырех итераций.

$$\begin{array}{ccc}
 \phi := D_1 & \lambda := D_2 & d := D_3 \text{ мм} \\
 \phi = \begin{pmatrix} 0.631 \\ 0.452 \\ 0.457 \\ 0.458 \end{pmatrix} & \lambda = \begin{pmatrix} 96.106 \\ 119.721 \\ 118.828 \\ 118.74 \end{pmatrix} & d = \begin{pmatrix} 58.269 \\ 46.775 \\ 47.127 \\ 47.162 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Рисунок 3 – Результаты расчета на каждой итерации

Использование компьютерных программ при определении допускаемой нагрузки и размеров поперечного сечения сжатого стержня в механике материалов позволяет избежать рутинных вычислений и сосредоточиться на анализе результатов расчетов.

1. Макаров, Г.Е. Сопроотивление материалов на базе Mathcad / Г.Е. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.

УДК 631.35

## **АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОДБОРЩИКОВ ПЛОДОВ**

*Студент – Есинов С.П., 15 рит, 3 курс, ФТС*

*Научный руководитель – Романюк Н.Н., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур является главной задачей решения продовольственной безопасности страны. Особую актуальность имеет проблема снижения или полного исключения доли ручного труда при выполнении наиболее трудоемких технологических операций.

При выращивании таких культур как овощные, плодовые, ягодные и им подобные полностью исключить ручной труд невозможно. Это связано со специфическими свойствами не только самих растений, но и плодов.

Задача по созданию средств механизации по подбору плодов является весьма актуальной.

На рисунке 1 приведены принципиальные схемы механических подборщиков [1]. Вальцовые подборщики защемляют плоды между двумя поверхностями (рисунок 1, а), в качестве подбирающих рабочих органов применяют обрезиненные вальцы в сочетании с бесконечными лентами (ремнями). Они подбирают твердые плоды правильной формы. Плоды неправильной формы (например, груши), трудно подобрать таким рабочим органом, так как для гарантированного защемления их зазор между лентами должен быть меньше минимального размера плода. При определенном, заранее установленном зазоре крупные плоды могут быть раздавлены, а мелкие или не будут подобраны, или скатятся вниз по ленте, так как не будут защемлены. Если валики подпружинить, то при подборе крупных плодов зазор увеличится и мелкие плоды останутся на поверхности почвы.