

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
РЕЗУЛЬТАТОВ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ
В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MATHCAD**

БГАТУ, г. Минск

Научный руководитель: Колоско Д.Н.

В статье рассмотрены построение усталостной кривой в логарифмических и полулогарифмических осях; определение коэффициентов уравнения линии регрессии, корреляции и ковариации; построение линейной аппроксимации усталостной кривой и доверительного интервала в пакете MathCAD.

The article deals with the construction of the fatigue curve in logarithmic and semi logarithmic axes, the definition of the coefficients of the regression line, correlation and covariance; construction of a linear approximation of the deformation the fatigue curve and the confidence interval in the package MathCAD.

Обеспечение работоспособности и надежности в течение всего срока эксплуатации – основная инженерная задача на стадии проектирования конструкции. Сопротивление материалов, как в определенном смысле «азбука прочности», рассматривает основные понятия (напряжения, деформации, перемещения), необходимые в изучении последующих технических дисциплин. Изучение основ дисциплины требует решения достаточно большого количества простых примеров для понимания и запоминания основных принципов решения прочностных задач. Освоив решение таких задач вручную, можно переходить к решению более сложных задач с использованием компьютерных методов расчета. Тема «Переменные напряжения (расчеты на усталость и выносливость)» завершает изучение курса, когда студентами усвоены основные понятия дисциплины, алгоритмы решения за-

дач, особенности расчетов при статических и динамических нагрузках.

Для определения предела выносливости σ_r строится усталостная кривая, показывающая зависимость максимальных напряжений в детали σ от числа циклов до разрушения N . Впервые такая диаграмма была построена немецким инженером Августом Вёлером и названа его именем. Для построения одной кривой проводятся лабораторные испытания серии из 10 образцов. Усталостную кривую принято изображать в полулогарифмических или логарифмических координатах. На рисунке 1 представлена усталостная кривая, построенная по результатам обработки в MathCAD данных испытаний 10 образцов из легированной конструкционной стали с пределом прочности $\sigma_B = 1000$ МПа в условиях чистого изгиба при вращении и симметричном цикле нагружений.

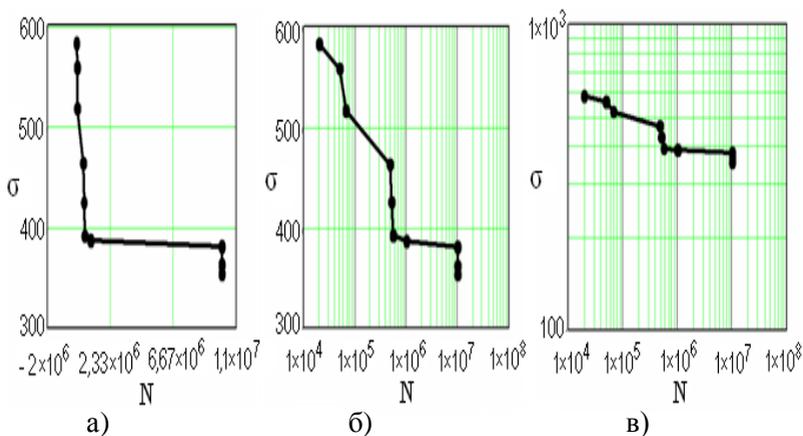


Рисунок 1 – Усталостная кривая:

а) в осях $\sigma - N$; б) в полулогарифмических осях $\sigma - \lg N$; в) в логарифмических осях $\lg \sigma - \lg N$

Необходимо отметить, что в логарифмических осях программа автоматически задается интервал кратный 10,

что не позволяет изменять масштаб, для получения большей наглядности.

Относительно большой разброс экспериментальных точек вызывает необходимость подвергать результаты испытаний на усталостную прочность статистической обработке, обычно по методу линейной регрессии. Коэффициенты аппроксимирующей прямой в MathCAD определяются с помощью встроенной функции line методом наименьших квадратов или функции medfit методом медианной регрессии. Приведенный на рисунке 2 пример статистической обработки данных для серии образцов диаметром 9,5мм, показывает отличие коэффициентов уравнения теоретической линии регрессии не превышающее 0,003, что составляет 4,1%.

Функции corr и cvar определяют коэффициенты корреляции и ковариации, позволяющие оценивать статистиче-

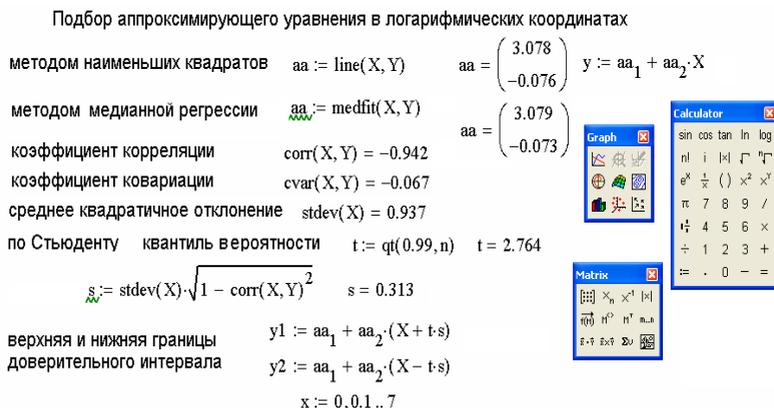


Рисунок 2 – Статистическая обработка экспериментальных данных для серии из 10 образцов диа-

скую взаимосвязь случайных величин и меру линейной зависимости двух случайных величин соответственно. Отрицательные значения этих коэффициентов означают, что при возрастании одной величины, значения другой убывают.

При небольшом числе испытаний используется распределение Стьюдента, определяется среднее квадратичное отклонение, задается квантиль вероятности (функции `stdev` и `qt`) и записываются уравнения верхней и нижней границ доверительного интервала. По полученным значениям строится аппроксимирующая прямая и границы доверительного интервала (рисунок 3).

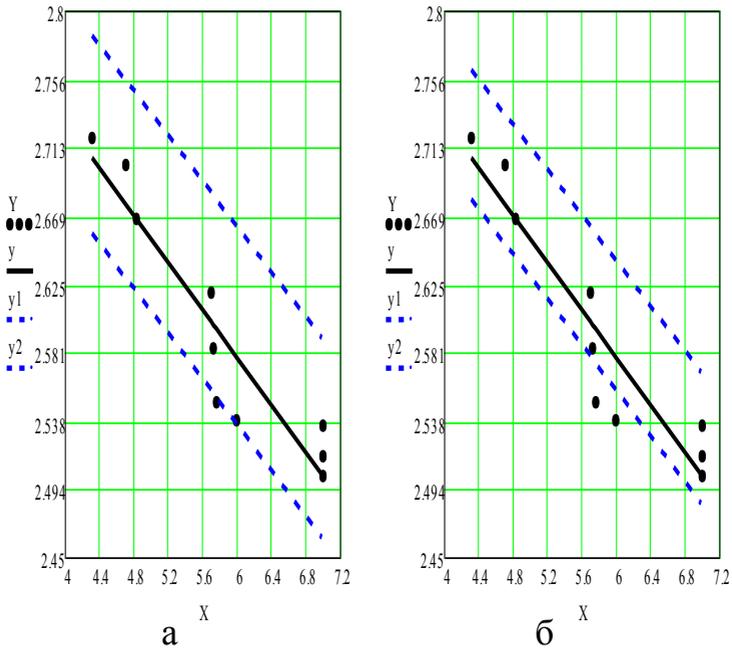


Рисунок 3 – Линейная аппроксимация усталостной кривой и границы доверительного интервала при доверительной вероятности: а) 0,99, б) 0,95.

Математический пакет MathCAD отличается относительной простотой, наглядностью и удобством вычислений, математические выражения в нем незначительно отличаются от записей в учебнике или тетради. Использование информационных технологий в расчетах на усталостную

прочность позволяет избежать рутинных математических вычислений и сосредоточиться на анализе результатов расчетов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе MathCAD / Е.Г. Макаров. – СПб.: БХВ–Петербург, 2004. – 512 с.
2. Гурский, Д.А. Вычисления в MathCAD / Д.А. Гурский. – Минск: ООО «Новое знание», 2003. – 814 с.
3. Нагорский, И.С. Основы научных исследований: пособие по изучению дисциплины: в 4 ч. / И.С. Нагорский. – Минск: БГАТУ, 2006. – Ч. 1,2 – 132 с.

УДК 621.762.4

Барковская Е.А., Пронская Е.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СРЕДСТВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: Зуёнок А.Ю.

Современный период развития общества характеризуется сильным влиянием на него компьютерных технологий, которые проникают во все сферы человеческой деятельности, обеспечивают распространение информационных потоков в обществе, образуя глобальное информационное пространство. Неотъемлемой и важной частью этих процессов является компьютеризация образования.

В настоящее время идет становление новой системы образования, ориентированного на вхождение в мировое информационно-образовательное пространство. Этот процесс сопровождается существенными изменениями в педагогической теории и практике учебно-воспитательного процесса, связанными с внесением корректив в содержание технологий обучения, которые должны быть адекватны современным техни-