

повсеместного перехода на безмасляные средства откачки, как правило, является их более высокая стоимость. Однако, как показывает практика, за счет более низких издержек на обслуживание и утилизацию рабочих жидкостей, особенно в промышленных приложениях, стоимость владения безмасляных систем оказывается ниже, чем масляных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Ю.К. Анализ современного состояния рынка оборудования систем создания и поддержания вакуума / Ю.К. Васильев, С.Б. Нестеров, Т.С. Васильева // Вакуумная техника и технологии. – 2006. – Т. 16. – №1 – С. 55-62.
2. Васильев, Ю.К. Выбор безмасляного (сухого) насоса для форвакуума и высокого вакуума. Направления развития безмасляных средств вакуумной откачки / Ю.К. Васильев, С.Б. Нестеров // Вакуумная техника и технологии. – 2009. – Т. 26. – №3 – С. 75–87.
3. Васильев, Ю.К. Современные пути оптимизации откачных вакуумных систем на базе диффузионных насосов / Ю.К. Васильев, С.Б. Нестеров // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология», Москва, 10–11 апреля, 2009 г. – Москва, 2009. – С. 81-84.

УДК 539.42:004.45

Рокало Н.В., Савчук Н.А.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАКЕТА MATHCAD**

*БГАТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Колоско Д.Н.*

*В статье рассмотрен пример определения по опытным данным циклической долговечности для 12 серий образцов из 4 сталей разных диаметров с помощью пакета Mathcad.*

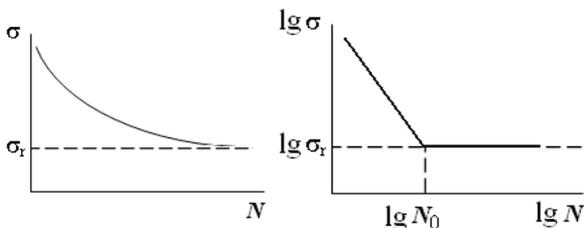


Рисунок 1 – Усталостная кривая в основных и логарифмических координатных осях

Долговечность – способность материала сопротивляться развитию постепенного разрушения. Циклическая долговечность характеризует работоспособность материала в условиях многократно повторяющихся нагружений. При знакопеременной нагрузке разрушение может происходить постепенно при напряжениях значительно меньших, чем предел текучести. В результате роста усталостных трещин опасное сечение детали уменьшается, пока не происходит мгновенное хрупкое разрушение.

Для расчетов деталей на прочность и долговечность строится усталостная кривая, показывающая зависимость нормальных напряжений  $\sigma$  от числа циклов до разрушения  $N$ . По экспериментальным точкам проводится усредняющая кривая.

На практике усталостную кривую строят в логарифмических координатах  $\lg \sigma - \lg N$ , в которых кривая аппроксимируется двумя отрезками: соответствующей ограниченной выносливости образцов наклонной прямой и соответствующей пределу выносливости  $\sigma_r$  горизонтальной прямой (рисунок 1).

При расчетах на ограниченную выносливость записывается уравнение для наклонного участка усталостной кривой в логарифмических координатах [1]:

$$\lg N = \lg A - m \cdot \lg \sigma, \quad (1)$$

где  $A$  и  $m$  – эмпирические коэффициенты.

Коэффициент  $m$  – показатель, характеризующий кривизну левого участка кривой усталости, определяется по формуле:

$$m = \frac{\lg N_0 - \lg N_1}{\lg \sigma_a - \lg \sigma_{-1}}, \quad (2)$$

где  $N_0$  – число циклов, соответствующее точке перегиба усталостной кривой;  $\sigma_{-1}$  – предел выносливости при симметричном цикле;  $\sigma_a$  и  $N_1$  – координаты точки на левом участке кривой усталости.

Уравнение усталостной прочности имеет вид:

$$N \sigma^m = Const = N_0 \sigma_r^m \quad (3)$$

По значению предела выносливости и базового числа циклов определяем долговечность при заданном напряжении [1]:

$$N = N_0 \left( \frac{\sigma_r}{\sigma} \right)^m, \quad (4)$$

Напряжение, соответствующее заданной долговечности:

$$\sigma = \sigma_r \sqrt[m]{\frac{N_0}{N}}. \quad (5)$$

Определение коэффициента  $m$  и долговечности  $N$  по формулам (2) и (4) в математическом пакете Mathcad показано на рисунке 2.

Полученные интервалы значений долговечности для 12 серий образцов приведены в таблице 1.

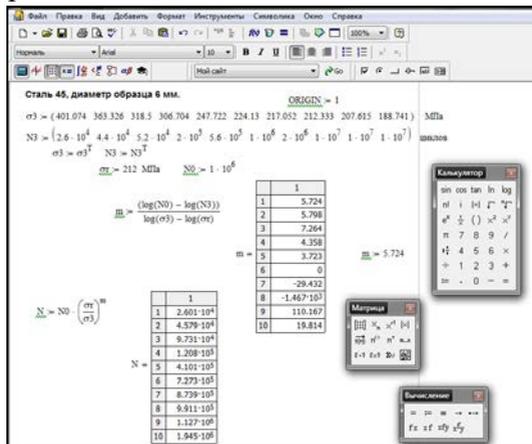


Рисунок 2  
Таблица 1

Марка стали	$\sigma_B$ , МПа	Ø 6 мм	Ø 7,5 мм	Ø 9,5 мм
35	430	$5,9 \cdot 10^3 \div 5 \cdot 10^7$	$4,4 \cdot 10^3 \div 2,6 \cdot 10^7$	$2,4 \cdot 10^3 \div 9,5 \cdot 10^4$
45	610	$4,8 \cdot 10^4 \div 2 \cdot 10^8$	$8,3 \cdot 10^3 \div 2,5 \cdot 10^6$	$3,8 \cdot 10^4 \div 2,4 \cdot 10^8$
40X	1000	$5,4 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^8$	$6,1 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^9$	$1,4 \cdot 10^5 \div 5,4 \cdot 10^7$
50XН	1100	$4,6 \cdot 10^5 \div 8 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^5 \div 4,5 \cdot 10^7$	$3,4 \cdot 10^7 \div 2 \cdot 10^{11}$

Применение данного алгоритма в математическом пакете Mathcad при обработке большого количества экспериментальных данных значительно снижает трудоемкость вычислений. Анализ приведенных в таблице значений позволяет сделать вывод, что при повышении значений предела прочности материала уменьшается разброс изменения значений циклической долговечности, при всех прочих равных условиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

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

УДК 676.024.74:676.038.2

Русецкая А.Н., Дубовик А.А.

### **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛЕИВАНИЯ БУМАГИ, СОДЕРЖАЩЕЙ МАКУЛАТУРУ**

*БГТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Горжанов В.В.*

Основным видом сырья для производства высокосортной бумаги для печати в Республике Беларусь остается импортируемая дорогостоящая беленая целлюлоза. Для снижения себестоимости бумажной продукции перспективным является использование макулатуры в качестве источника волокна.