

АПРОКСИМАЦИЯ ДИАГРАММЫ РАСТЯЖЕНИЯ В MATHCAD

*Студенты – Савицкий Н.С., 36 тс, 2 курс, ФТС;
Коровацкий И.А., 71 м, 2 курс, АМФ;
Мазур Д.Н., 70 м, 2 курс, АМФ*

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

Аннотация. В статье рассмотрены отличия истинных напряжений и деформаций от условных; виды аппроксимации диаграммы растяжения пластичных материалов; применен пакет Mathcad для линейной и степенной аппроксимации диаграммы.

Ключевые слова: механика материалов, диаграмма растяжения, характеристики прочности, линейная и степенная аппроксимация.

Условие прочности, которому должны удовлетворять проектируемые конструкции, известно из базового курса дисциплины «Механика материалов»:

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_o}{n} \leq [\sigma], \quad (1)$$

где σ_o – опасные напряжения, зависящие от характеристик прочности материала. Основные механические характеристики материалов определяются опытным путем по результатам испытаний стандартных образцов на растяжение. В процессе испытания образец деформируется с постоянной скоростью, при этом записывается диаграмма зависимости абсолютного удлинения образца от величины приложенной нагрузки, по которой определяются характеристики прочности материала – предел пропорциональности σ_n предел текучести σ_T , предел прочности σ_B .

В процессе испытаний изменяется площадь поперечного сечения образца. Напряжения, найденные как отношение нагрузки к первоначальной площади поперечного сечения, называются условными:

$$\sigma_y = \frac{F}{A_0}. \quad (2)$$

Напряжения, найденные как отношение величины нагрузки к текущей площади поперечного сечения, называются истинными:

$$\sigma_u = \frac{F}{A_u}. \quad (3)$$

Для определения истинных напряжений и деформаций необходимо в процессе испытаний замерять диаметр образца в области шейки (месте будущего разрыва), что выполнить практически невозможно. Поэтому обычно замеряется только диаметр шейки после разрыва. Математически истинные относительные деформации и истинные нормальные напряжения выражаются [1]:

$$\varepsilon_u = \ln\left(\frac{A_0}{A}\right) = \ln(1 + \varepsilon_y) \approx \varepsilon_y, \quad (4)$$

$$\sigma_u = \sigma_y e^{\ln(1 + \varepsilon_u)} = \sigma_y (1 + \varepsilon_u). \quad (5)$$

По результатам испытаний образцов, используя формулы (4) и (5), с помощью пакета Mathcad построены диаграммы условных и истинных напряжений [2]. Для этого с построенной испытательной машиной диаграммы снимаются координаты нескольких характерных точек: начала и конца площадки текучести, максимальной нагрузки на образец и момента разрыва образца. Диаграмма истинных напряжений в 5–7 раз длиннее и в 2–3 раза выше диаграммы условных напряжений (рисунок 1).

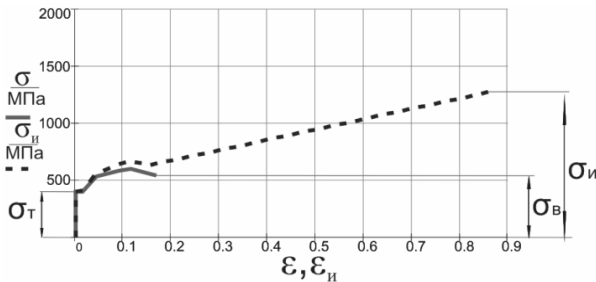


Рисунок 1 – Диаграммы условных и истинных напряжений

Выполнение расчетов на прочность требует аналитического выражения диаграммы деформирования, для этого производится аппроксимация диаграммы. С целью упрощения аппроксимации принимается, что предел пропорциональности и предел текучести практически совпадают. Поэтому до предела прочности диаграммы одинаковы. Диаграмму истинных напряжений можно разбить на две части: область малых упругопластических деформаций до предела прочности и область больших пластических деформаций.

Расчеты в первой области не требуют построения диаграммы истинных напряжений и характерны для оценки напряжений и деформаций в реальных конструкциях. Даже в зонах концентрации напряжений (отверстия, канавки, выточки) возникающие упругопластические деформации не превышают 2–3 % и не выходят за пределы площадки текучести.

Существующие виды аппроксимации диаграммы (рисунок 2):

- 1) диаграмма идеального упругопластического тела (диаграмма Прандтля) с бесконечно длинной площадкой текучести;
- 2) диаграмма упругопластического тела с линейным упрочнением;
- 3) диаграмма упругопластического тела со степенным упрочнением.

При линейной аппроксимации изменение напряжений описывается уравнением:

$$\sigma = a + b \cdot \varepsilon \quad (6)$$

при степенной – уравнением:

$$\sigma = a + b \cdot \varepsilon^c \quad (7)$$

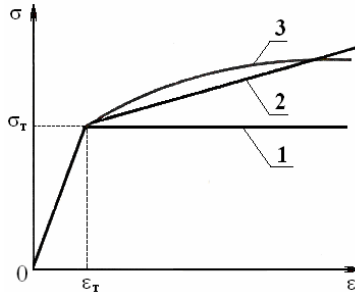


Рисунок 2 – Три вида аппроксимации диаграммы деформирования

Для линейной аппроксимации достаточно координат двух точек диаграммы σ_B и σ_T , которые можно взять из справочных таблиц.

Для степенной аппроксимации диаграммы требуются координаты минимум 3–4 точек, поэтому она не проводится без экспериментальных данных. По значениям, взятым из полученных диаграмм деформирования и обработки данных опытов (рисунок 3), выполнены линейная и степенная аппроксимации с применением Mathcad (рисунок 4).

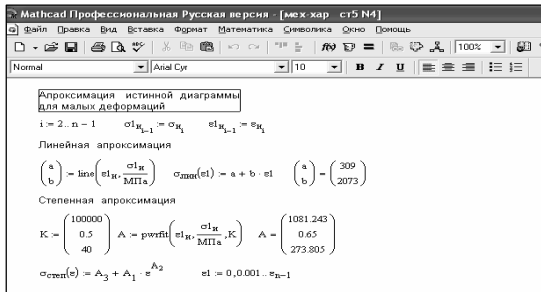


Рисунок 3 – Аппроксимирование диаграммы деформирования в Mathcad

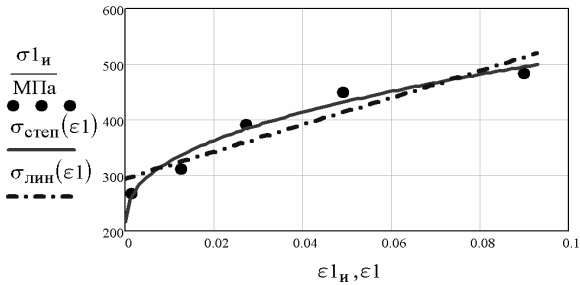


Рисунок 4 – Линейная (---) и степенная (—) аппроксимации диаграммы растяжения стали Ст5

Список использованных источников

1. Макаров Г.Е. Соппротивление материалов на базе Mathcad. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Шибун А.А., Исаков Ф.Ф., Колоско Д.Н. Схематизация и аппроксимация диаграмм растяжения пластичных материалов // Научный поиск молодежи XXI века: Материалы X Международной научной конференции студентов и магистрантов, часть 3 / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия (БГСХА) – Горки, 2009, – С. 88 – 90.

УДК 621.86

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТЫ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Магистрант – Швайко В.В., маг 18 тс, ФТС

Студент – Степанюк А.А., 38 тс, 1 курс, ФТС

Научный

руководитель – Сашко К.В., к.т.н., доцент

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

Аннотация. Основными причинами аварий и несчастных случаев при эксплуатации мостовых кранов являются отказы основных узлов и в первую очередь тормозов, на их долю приходится не менее 10 % случаев выхода из строя крана. Для повышения безопасности работы при эксплуатации мостового крана на кафедре механики материалов и деталей машин БГАТУ разработано оригинальное по конструкции устройство, позволяющее сигнализировать машинисту о наступлении предельного рабочего состояния тормозных накладок.

Ключевые слова: подъемно-транспортная машина (ПТМ), работоспособность, тормоз, тормозная накладка, включатель, электрический звонок, система электрических проводов.