

При анализе результатов из таблицы 2 видно, что воздействие УЗ обработки благоприятно воздействует на стойкость эмульсионной системы. Также показано, что УЗ обработка позволяет уменьшить размеры масляных капель в 4,83 раза по сравнению с исходной свежеприготовленной СОЖ без УЗ диспергирования.

Полученные результаты следует учитывать при оптимизации параметров УЗ обработки эмульсионных жидкостей. В частности, варьируя длительностью обработки при заданной мощности излучения, можно получать эмульсии с требуемой дисперсностью масляной фазы.

1. Латышев, В.Н. Повышение эффективности сож / В.Н. Латышев – М., Машиностроение, 1975. – 88 с.

2. Бергман, Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Бергман. – М.: Изд-во Иностранной литературы, 1957. – 726 с.

3. Дыгнерский, Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты / Ю.И. Дыгнерский. – М.: Химия, 2002. – 400 с.

УДК 681.3.06

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ В РАСЧЕТАХ НА КОСОЙ ИЗГИБ

*Студенты – Кацуба В.С., 20 мо, 3 курс, ФТС;
Попко С.С., 13 пп, 2 курс, АМФ*

Научный

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

Косым изгибом называется такой вид сложного сопротивления, при котором в поперечном сечении бруса одновременно возникают два изгибающих момента M_x и M_y . Он может быть плоским или пространственным.

В отличие от плоского поперечного изгиба, для решения которого существует несколько компьютерных программ, косой изгиб не имеет такого изобилия программ-помощников для расчета.

Для поиска напряжений и опасных сечений, а так же анализа результатов удобно пользоваться САЕ-программами такими как ANSYS Workbench [1]. Но эти программы сложны в настройке и при неграмотном использовании выдают ошибочные результаты.

Наиболее удобным для выполнения индивидуального домашнего задания по теме «Косой изгиб» является программа Mathcad. Она проста в использовании, не нуждается в настройке или в каких-либо сложных манипуляциях.

Рассмотрим расчет жестко закрепленного двутавра, схема нагружения которого представлена на рисунке 1.

Исходные данные: $F_1 = 2$ кН, $F_2 = 1,2$ кН, $F_3 = 1,5$ кН, $m = 2$ кНм, $q = 3$ кН/м. В программе каждое усилие следует вводить в матрице группируя их по типу (рис. 2).

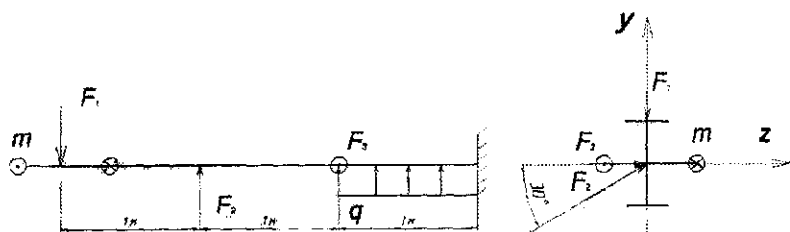


Рисунок 1 – Схема нагружения балки

$$L := 3 \text{ м} \quad x := 0 \text{ м}, \frac{L}{100} \dots L$$

$$F_z := \begin{pmatrix} -1500 \\ 1000 \end{pmatrix} \cdot \text{Н} \quad L_{Fz} := \begin{pmatrix} 100 \\ 200 \end{pmatrix} \cdot \text{см} \quad M_y := (2000) \cdot \text{Нм} \quad L_{M_y} := (300) \cdot \text{см}$$

$$F_y := \begin{pmatrix} 500 \\ -2000 \end{pmatrix} \cdot \text{Н} \quad L_{F_y} := \begin{pmatrix} 200 \\ 300 \end{pmatrix} \cdot \text{см} \quad q_y := (3000) \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad L_{q_y} := (9) \cdot \text{см} \quad L_{q_y} := (100) \cdot \text{см}$$

Рисунок 2 – Ввод исходных данных в Mathcad

Далее записываются формулы для расчета внутренних силовых факторов, представляя их как сумму строк матриц. Относительно каждой оси записываются свои уравнения (рис. 3).

$$Q_{F_1}(x) := \sum_{i=1}^{\text{count}(F_1)} [F_{1i} \cdot (x < L_{F1i})]$$

$$Q_{F_2}(x) := \sum_{i=1}^{\text{count}(q_1)} [q_{1i} \cdot (L_{q1i} - x) \cdot (x < L_{q1i})] - \sum_{i=1}^{\text{count}(q_2)} [q_{2i} \cdot (L_{q2i} - x) \cdot (x < L_{q2i})]$$

$$Q(x) := Q_{F_1}(x) + Q_{F_2}(x)$$

$$M_{F_1}(x) := \sum_{i=1}^{\text{count}(F_1)} [F_{1i} \cdot (L_{F1i} - x) \cdot (x < L_{F1i})]$$

$$M_{F_2}(x) := \sum_{i=1}^{\text{count}(q_1)} \left[q_{1i} \cdot \frac{(L_{q1i} - x)^2}{2} \cdot (x < L_{q1i}) \right] - \sum_{i=1}^{\text{count}(q_2)} \left[q_{2i} \cdot \frac{(L_{q2i} - x)^2}{2} \cdot (x < L_{q2i}) \right]$$

$$M(x) := M_{F_1}(x) + M_{F_2}(x)$$

Рисунок 3 – Уравнения внутренних силовых факторов

Так же задается предел изменения параметра «x». Построение эпюр внутренних силовых факторов нагляднее представлять в виде диаграммы, на которой построены две эпюры изгибающих моментов M_z и M_y . (рис. 4)

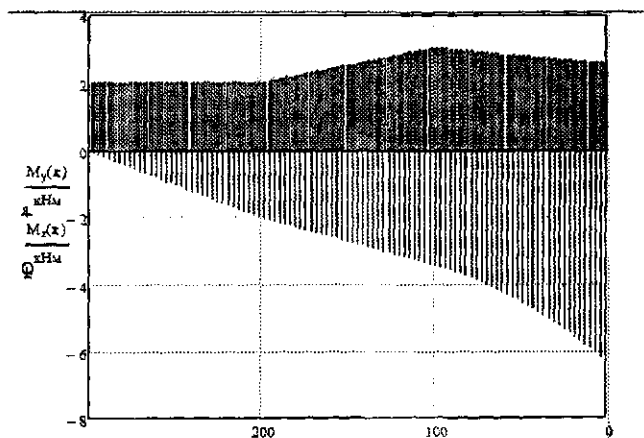


Рисунок 4 – Эпюры изгибающих моментов

Далее рассчитываются внутренние напряжения, но не в определенных точках, а по всей длине балки. Встроенные функции Mathcad не позволяют определить максимум ступенчатой функции, поэтому необходимо самостоятельно составить функцию F_{max} , которая использующей простой перебор значений функции по всему диапазону значений аргумента (рис. 5) [2].

$$L_k = 0 \cdot m \quad L_k = L \quad n = 300$$

В составном массиве вывода результатов расчета

сделать все размерности одинаковыми

$$F_{max}(F, L_k, L_k, N) = \left| \begin{array}{l} L \leftarrow L_k \\ A1 \leftarrow [F(L)] \\ \text{while } L < L_k \\ \quad \left| \begin{array}{l} L \leftarrow L + \frac{L_k - L_k}{n} \\ A2 \leftarrow [F(L)] \\ \text{if } A2 > A1 \\ \quad \left| \begin{array}{l} A1 \leftarrow A2 \\ L2 \leftarrow L \end{array} \right. \end{array} \right. \\ \left. \left(\begin{array}{l} A1 \quad L2 \quad \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \\ \quad \quad \quad \text{мм} \end{array} \right)^T \end{array} \right.$$

$$\text{max} = F_{max}(\sigma_{max}, L_k, L_k, n)$$

Возвращение к исходной

$$\sigma_{max} = \frac{F_{max}(\sigma_{max}, L_k, L_k, n) \cdot N^3}{\text{кН}^2}$$

$$\text{max} = 150.7 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{max} = 1 \text{ м}$$

Рисунок 5 – Функция F_{max} для поиска максимума напряжений

Правильное применение компьютерных программ в расчетах на кривоизгиб позволяет избежать сложных вычислений и затраты времени на них, и сосредоточиться на осмыслении и анализе результатов расчета. Если использование программ только усложняет процесс выполнения поставленной задачи (из-за неграмотного использования программы), то расчеты лучше всего производить вручную. Освоение программы и всех тонкостей ее применения требует значительных затрат времени, однако выполнив отладку программы последующие расчеты не вызывают особых затруднений.

1. Бурякова, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. Пособ. / В.А. Бурякова, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова, Н.А. Глазунова, И.Е. Адеянов. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010. – 271 с.
2. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad / Е.Г. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.