УДК 539.413

Богуш А.В., студент гр. БДбС–11–1, Трубицин М.Н., к.т.н., доцент, Якубович Л.А., ассистент
(*Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепропет-ровск, Украина*)

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПЛОСКОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАФИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ MathCad

Плоское напряженное состояние (ПНС) является наиболее распространенным видом нагружения произвольных конструкций, элементов и узлов горных машин. Можно сказать, что эта задача является наиболее часто встречающейся в сопротивлении материалов, строительной и прикладной механике, материаловедении. К ней можно свести большинство расчетных схем одно-, двух- и даже трехмерного (при выделении в объемной конструкции плоских элементов) нагружения, для последующей проверки выполнения условий прочности по допускаемым напряжениям. Поэтому задача ПНС является обязательной для студентов механических специальностей ВУЗов. Традиционно, ее решение проводится графоаналитическим методом (круги Мора, рис.1.а), с последующим построением площадок главных напряжений, рис1.б.

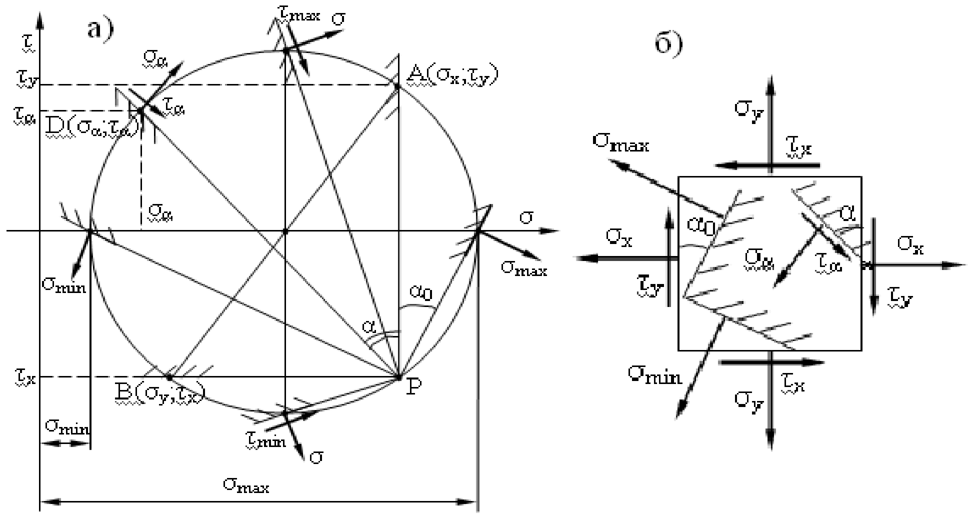

Рис.1. Графоаналитическое решение задачи ПНС при помощи кругов Мора.

В связи с громоздкостью графических построений, завуалированностью логических действий (при выборе верного направления главных площадок) была сформулирована **цель** настоящей работы: разработать MathCad-программмму, основанную на последовательном алгоритме, исключающем логические выкладки при выборе углов площадок главных напряжений.

Идея работы заключается в использовании свойств многолепестковых функций, которыми описываются законы изменения нормальных (σ) и касательных (τ) напряжений в полярных координатах σ(α) и τ(α). В случае задачи ПНС – это двухлепестковые функции (табл. 1). Использование этих функций позволяет однозначно найти решение прямой и обратной задач ПНС, рис.2.

Экстремумам функций σ(α) и τ(α) соответствуют вершины (рис.2.а) или впадины (рис.2.б) лепестков,. Для получения традиционного «квадратика» со стрелками-напряжениями остается только вписать в лепестки соответствующие радиусы-векторы, главных напряжений, рис.2.б.

Таблица 1

Главные напряжения и углы наклона их площадок

	напряжения	углы наклона главных площадок $\alpha_{1,2}$
закон распред.	$\sigma(\alpha) = \sigma_x \cdot \cos^2(\alpha) + \sigma_y \cdot \sin^2(\alpha) - \tau \cdot \sin(2\alpha)$	Экстремальные (без выявления min, max)
	$\tau(\alpha)=0{,}5\cdot(\sigma_x - \sigma_y)\cdot\sin(2\alpha) + \tau\cdot\cos(2\alpha)$	$tg(2\alpha_0)=2\tau/(\sigma_x-\sigma_y)$
главные	$\sigma_{1,2} = 0{,}5\cdot[\sigma_x \pm \sigma_y+([\sigma_x - \sigma_y]^2+4\tau^2)^{1/2}]$	Напряжениям $\sigma_{1,2}$ соответствуют углы $\alpha_{1,2}$
	$\tau_{max,min}= \pm 0{,}5\cdot[(\sigma_x - \sigma_y)^2+4\tau^2]^{1/2}$	$tg(\alpha_{1,2})=\tau/(\sigma_y-\sigma_{1,2})$

Считаем уместным применить здесь еще одну возможность MathCad – анимацию, которая позволяет повысить наглядность задачи ПНС, служит хорошим учебным пособием и облегчает студентам восприятие данного материала.

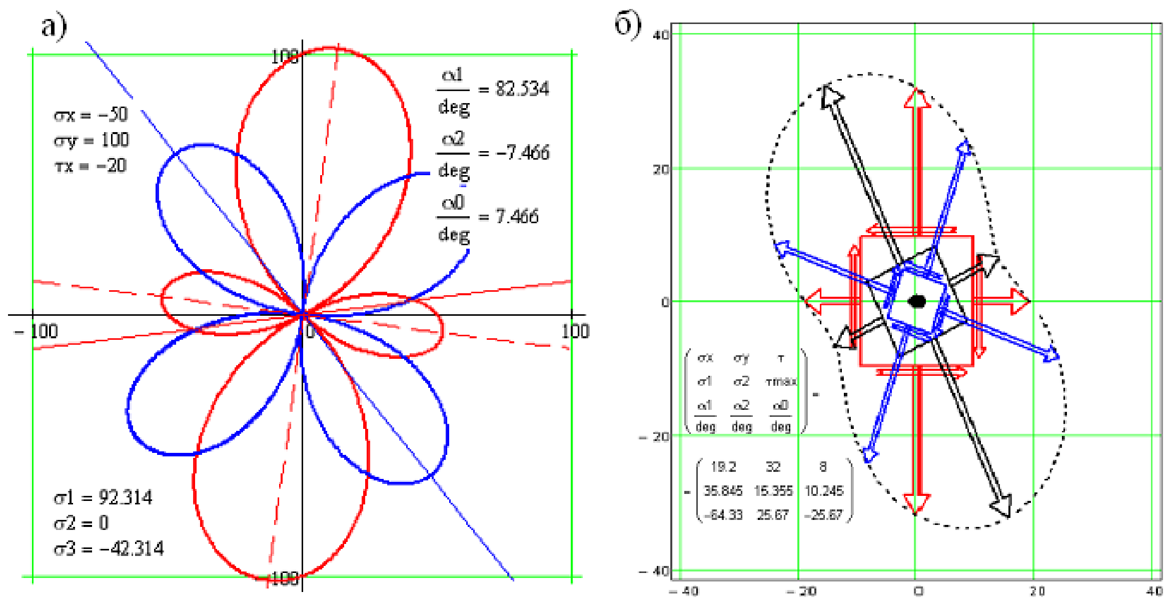

Рис.2. Графическое построение решения задачи ПНС.

Выводы по работе

- **Новизна работы** заключается в использовании свойств двухлепестковых функций, что позволяет значительно упростить алгоритм решения и провести наглядный поэтапный расчет.
- Разработанная программа MathCad является проверяющей, где все аналитические расчеты и графические построения выполнены в традиционном виде Сопротивления материалов.
- Заложена основа программы, которая благодаря графическим возможностям MathCad, вполне может являться учебным пособием.
- Программа, ее элементы и результирующие графики могут быть использованы в учебном процессе в виде проверяющих, тестирующих, обучающих благодаря графическим возможностям MathCad и расчетных блоков.
- Применение в данной задаче анимации повышает наглядность и может служить хорошим учебным пособием, как обучающая программа.