

БИОНИЧЕСКОЕ МКЭ-ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТВОЛА ШТЫКОВОЙ ЮККИ

Довнар С.С., Пенкина А.Д., Дубойский А.А., Бабылёв А.С.

Белорусский национальный технический университет

Abstract: FEA simulation of the *Yucca aloifolia* bionic load-bearing structure is provided. The proximity of the yucca trunk shape to the ideal equally-stressed beam is stated. A new technic of distorted bionic shape improving is described and tested. FEA-approved bionic-shaped beams are found out as perspective for load-bearing consoles and tuned-mass dampers in the machine tools, e.g.

В работе осуществлен компьютеризованный бионический подход к растению *Yucca aloifolia*. (далее – юкка). Особенностью юкки является выразительный ствол с самоорганизованной искривленностью и переменным сечением, несущий крону из штыковидных листьев. Ствол является объектом интереса в выполненном моделировании с помощью МКЭ.

Ствол представляет собой консоль. Рассмотрены варианты нагружения собственным весом и ветровой нагрузкой. Для виртуальных испытаний ствол юкки уникален тем, что ветер создает только силу (но не момент) в месте почти точечного сопряжения ствола и кроны.

Партия оранжерейных растений была измерена и воссоздана в 3D-пространстве. Из набора солидов разработаны оригинальные МКЭ-модели. Растения представлены как несущие системы. Подобраны свойства материалов и сформулированы граничные условия. Проведены статический, модальный и гармонический виды МКЭ-расчетов.

МКЭ-анализ показал, что деформационные перемещения растения являются смесью эксцентричного сжатия ствола и его изгиба как криволинейной балки переменного сечения. С одной стороны ствола наблюдается растяжение, а с другой сжатие. Наличие вытянутых полос растяжения и сжатия указывает, что ствол стремится к концепции равнопрочной балки. Однако, в средней трети ствола происходит существенная концентрация напряжений. Причиной этого являются локальные изгибы и утонения ствола. Можно говорить, что данный экземпляр юкки является *возмущенной* бионической формой.

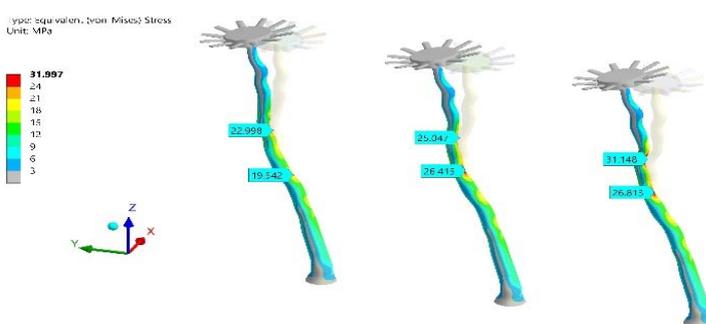


Рис. 1 – Картины эквивалентных напряжений для базового ствола юкки (справа) и двух модифицированных стволов (центр и слева) под действием силы ветра 0,1 кН (МПа; $\times 5$)

Рационально попытаться ослабить концентраторы локальными мерами. Предложен эвристический оптимизационный подход, заключающийся в виртуальном добавлении небольших порций материала и оценке результатов путем МКЭ-расчета. Компьютерное испытание трех вариантов ствола юкки, показало, что данная идея эффективна. Ствол растения становится более жестким (на 15%). Локальные напряжения в концентраторах падают на 35%. Виртуальный ствол юкки может стать поставщиком эффективных бионических балочных форм для применения в статике (силовые консоли) и в динамике (маятниковые демпферы и т.д.).