

УДК 539.3

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОНСОЛЬНОЙ БАЛКИ, ВЫПОЛНЕННЫЙ В SOLIDWORKS

О. А. Лапко, У. В. Ключко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Представлены результаты прочностного анализа методом конечных элементов с помощью программного комплекса SolidWorks. Результат расчета сравнивается с расчетом, выполненным по классической методике сопротивления материалов.

Ключевые слова: прочность, нагрузка, деформация, метод конечных элементов.

STATIC CALCULATION OF THE CANTILEVER BEAM PERFORMED IN SOLIDWORKS

O. A. Lapko, U. V. Klochko

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The results of strength analysis by the finite element method using the SolidWorks software package are presented. The calculation result is compared with the calculation performed according to the classical method of resistance of materials.

Keywords: strength, load, deformation, finite element method.

Метод конечных элементов в настоящее время широко используется для решения различных задач механики деформируемого твердого тела. Суть метода заключается в разбиении твердотельной модели на конечное число элементов, составлении и последующем решении системы линейных алгебраических уравнений. Большинство современных САД-систем имеет специальные инструменты, предназначенные для автоматизации подобных расчетов.

Цель данной работы – провести прочностной расчет балки с помощью программы SolidWorks, полученный результат сравнить с результатом, выполненным по формулам.

Для выполнения расчета в программе SolidWorks строится модель балки в натуральную величину (рис. 1). Создается эскиз нужного профиля, выдавливается на требуемую длину, получается деталь.

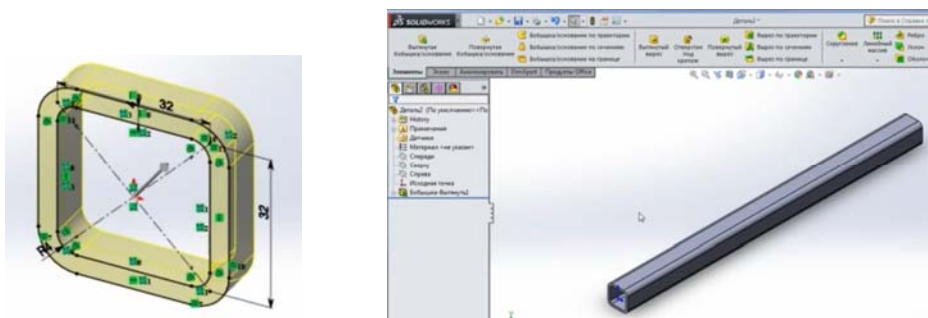


Рис. 1. Модель балки, построенная в программе SolidWorks

Для того чтобы выполнить статический анализ, необходимо добавить панель инструментов *simulation*. На следующем этапе задается материал детали. Далее устанавливается закрепление балки (жесткая заделка), указывается зафиксированная грань, относительно которой будет происходить деформация консольной балки. Выбирается зафиксированная геометрия и указывается грань (на рис. 2 обозначена зеленым цветом). Далее задается внешняя нагрузка 1000 Н, сила будет направлена по касательной. Вторая сила действует на растяжение – 500 Н. После того как задается материал, закрепление и приложенные силы, модель выглядит следующим образом (рис. 2).

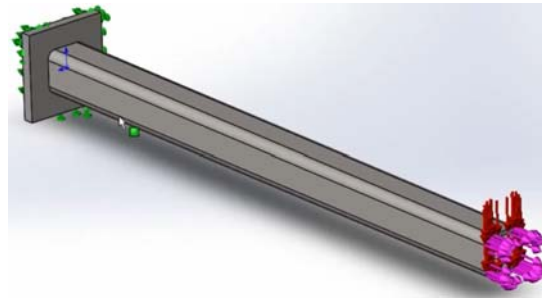


Рис. 2. Модель балки с приложенной нагрузкой

Выполняется запуск расчета. После выполнения статического анализа в дереве исследования появляется новая ветвь – результаты. Здесь выдается три результата: напряжение, перемещение и деформация (рис. 3).

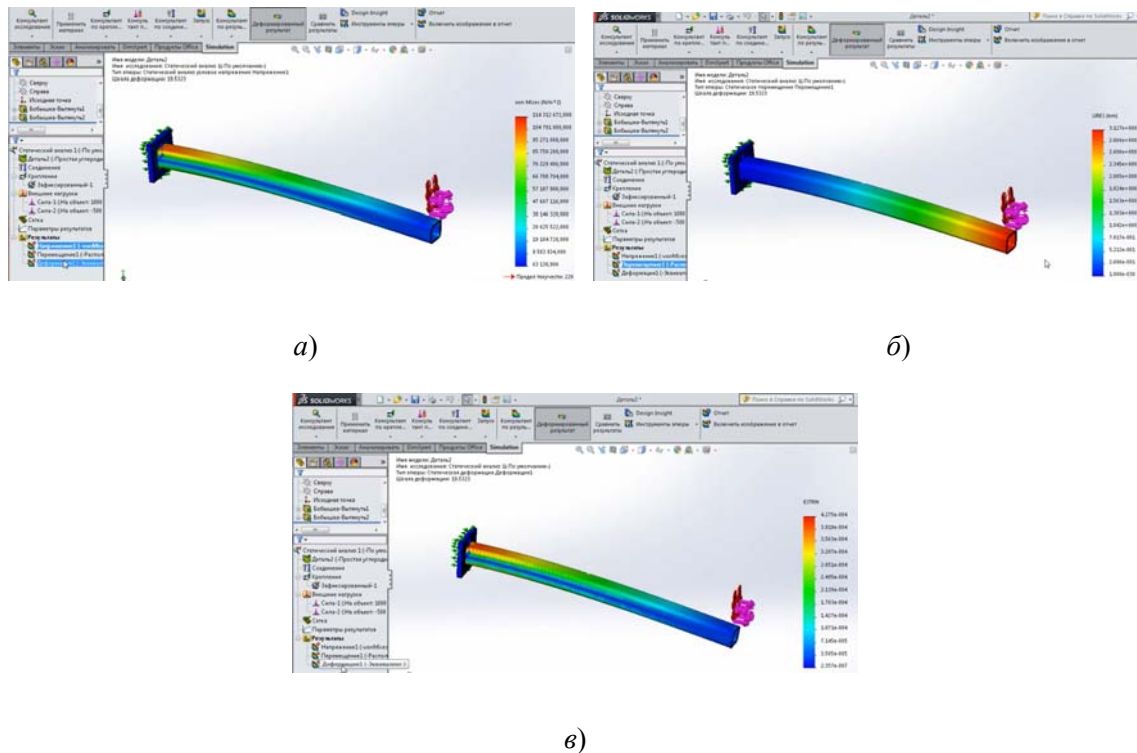


Рис. 3. Результаты расчета:
 а – результат расчета напряжения; б – результат расчета перемещения; в – результат расчета деформации

Деталь раскрашена в разные цвета, что сразу дает наглядное представление о нагрузке. Справа располагается шкала, на которой разным цветом обозначены действующие в модели напряжения. Красным цветом обозначены более напряженные участки, а синим цветом – менее напряженные участки. Согласно расчетам, максимальное напряжение, которое возникает в балке, составляет 114 МПа. Следующий результат, который дает статический расчет, – это перемещение. Данный результат позволяет проанализировать перемещение точек детали от исходного состояния. Согласно расчетам, максимальный прогиб составляет 3,127 мм. Красным цветом отображается наибольшее перемещение, синим цветом – наименьшее. Еще один результат – это деформация. Данный результат позволяет проанализировать деформацию конечных элементов. Красным цветом отображаются элементы с наибольшей деформацией, синим цветом – конечные элементы с наименьшей деформацией.

Для сравнения результатов расчета выполним расчет перемещения данной балки по классической методике сопротивления материалов. Максимальное перемещение определяется по формуле [1]. Схема нагружения представлена на рис. 4.

$$y_{\max} = \frac{Fl^3}{3EI}, \quad (1)$$

где F – сила, Н; l – длина балки, м; E – модуль упругости материала балки, Па; I – осевой момент инерции сечения балки, м⁴.

Осевой момент инерции рассчитывается по формуле [1]:

$$I_y = \frac{2}{3}B^3S, \quad (2)$$

где B – длина ребра поперечного разреза балки, м; S – толщина балки в поперечном разрезе, м.

$$I_y = \frac{2}{3}0,04^3 \cdot 0,004 = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4;$$

$$y_{\max} = \frac{1000 \cdot 0,7^3}{3 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 1,7 \cdot 10^{-7}} = 0,032 \text{ м} = 3,2 \text{ мм.}$$

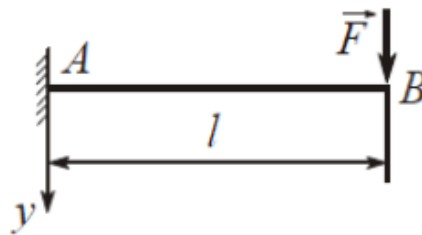


Рис. 4. Схема нагружения для расчета прогиба балки

Получены следующие результаты: создали консольную балку, выполнили статический анализ и получили три результата расчета – напряжение, перемещение и деформация. Выполнили расчет перемещения данной балки по классической методике сопротивления материалов. Разница между двумя полученными результатами составила менее 5 %.

Таким образом, применение прочностного анализа методом конечных элементов наиболее эффективно в случае анализа сложных конструкций, решение которых классическим методом может оказаться весьма трудоемким.

Литература

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин. – М. : Высш. шк., 2003. – 560 с.

УДК 548.24

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ У КРИВОЛИНЕЙНОЙ ПОЛОСЫ СДВИГА ТИПА ЧЕШУЙЧАТОГО НАВАЛА, НАХОДЯЩЕГОСЯ У ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО СТЕКЛА, В СИСТЕМЕ «ПОЛОСА СДВИГА – ТРЕЩИНА»

А. А. Рюмцев, О. М. Остриков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Республика Беларусь»

Предложена методика расчета полей напряжений у криволинейной полосы сдвига типа чешуйчатого навала, находящегося у поверхности металлического стекла, в системе «полоса сдвига – трещина», а также приведен анализ полей напряжений при различных закономерностях распределения плотностей квазидислокаций.

Ключевые слова: металлическое стекло, полоса сдвига, чешуйчатый навал, трещина, квазидислокация.

METHOD OF CALCULATION OF STRAINED FIELDS NEAR A CURVILINEAR SHEAR BAND OF THE TYPE OF A SCALE BUCKLE LOCATED NEAR THE SURFACE OF METALLIC GLASS IN THE “SHEAR BAND – CRACK” SYSTEM

A. A. Rumtsau, O. M. Ostrikov

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The article proposes a method for calculating stress fields near a curvilinear shear band such as a scaly pile located near the surface of metallic glass in the “shear band – crack” system, and also provides an analysis of stress fields for various methods of distribution of quasi-dislocation densities.

Keywords: metallic glass, shear band, scaly heap, crack, quasi-dislocation.

Цель работы состояла в формировании методики определения и расчета напряжений в металлическом стекле в системе «полоса сдвига – трещина» при отсутствии воздействия на систему внешней нагрузки.

Согласно [1], напряжения $\sigma_{ij}^{(0)}(x, y)$ в теле металлического стекла возникают от самой полосы сдвига в отсутствии приложенной извне нагрузки. Методика расчета данных напряжений была описана в [1]. Основой методики является использование математического моделирования дислокационных процессов для описания деформирования аморфных материалов [1].