

8 Сига́й, Е. А. Вариационно-разностный подход к нелинейному расчету фундаментных плит на слоистых основаниях / Е. А. Сига́й, А. А. Сильченко, О. В. Козунова // междунар. сб. науч. тр. Вып. 3 «Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки». – Гомель: БелГУТ, 2009. – С. 113–119.

9 Козунова, О. В. Применение МКР в нелинейных расчетах балок на однородном упругом слое / О. В. Козунова // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Ровно: 2008. – Вып.17 – С. 373–381.

10 Симвулиди, И. А. Расчет инженерных конструкций на упругом основании / И. А. Симвулиди. – М.: Высш. шк., 1973. – 480 с.

11 СНБ 5.01.01-99. Основания и фундаменты зданий и сооружений – Минск.: Мин-во арх. и стр-ва Республики Беларусь, 1999. – 36 с.

O. V. KOZUNOVA, E. A. SIGAI

THE USE OF VARIABLE MODULUS OF DEFORMATION IN NONLINEAR COMPUTATIONS OF HETEROGENEOUS FOUNDATION

There is the examination of a heterogeneous physically nonlinear elastic foundation the load on which is transmitted through a linear-elastic beam slab. Nonuniform medium is designed as a layered foundation. For each layer there is a model of an elastic layer (EL) of finite thickness with variable modulus of deformation. The law of nonlinear-elastic deformation is described by a power function and hyperbolic tangent function. To solve Hertzian “slab-foundation” problem the variational-difference approach (VDA) is used: the modification of the variational method of static calculation – in a nonlinear formulation and application of FDM. Because of nonlinearity the calculation is carried out by the method of elastic solutions which involves the iterative process. The convergence of the iteration algorithm is being examined.

Получено 10.02.2010

**ISBN 978-985-468-707-0. Механика. Научные исследования
и учебно-методические разработки. Вып. 4. Гомель, 2010**

УДК 539.419

Г. М. КУЗЁМКИНА, А. О. ШИМАНОВСКИЙ, Ю. М. ПЛЕСКАЧЕВСКИЙ
Белорусский государственный университет транспорта

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНОГО НАГРУЖЕНИЯ АРМИРОВАННОЙ БАЛКИ

Рассмотрены особенности деформирования армированной несущей балки при изгибе с кручением. Исследовано влияние трения между арматурой и матрицей композита на напряженно-деформированное состояние конструкции и параметры образующихся внутри нее зазоров.

Несмотря на значительный интерес, проявляемый к анализу деформирования армированных композитов, в известных публикациях отсутствуют результаты расчетов напряженно-деформированного состояния строительных конструкций при одновременном учете следующих факторов: 1) явления ползучести и релаксации матричного материала; 2) нелинейность деформирования материала матрицы; 3) нарушение и неоднородность межфазной связи в композите; 4) совместное деформирование элементов конструкции из армированного полимера и из традиционных строительных материалов [1]. Комплексный учет данных факторов возможен только в рамках численных методов механики. Так, использование метода конечных элементов позволяет подробно описать напряженно-деформированное состояние композита в области границы раздела фаз. При этом имеется возможность задать характерные для исследуемых композитов зависимости свойств компонент и граничных условий от параметров нагружения.

Моделирование арматуры тонкими стержнями, воспринимающими только продольные нагрузки, не позволяет достоверно оценить напряжения в областях взаимодействия арматуры и матрицы композита, поскольку не учитывает неравномерность распределения напряжений по сечению арматуры, и не дает возможность учесть влияние трения между контактирующими фазами композита на его напряженно-деформированное состояние. Решение поставленной задачи возможно только при моделировании арматуры трехмерным деформируемым твердым телом, как это сделано в предыдущих наших публикациях [2–4]. Однако в них рассматривалось напряженно-деформированное состояние композитов в результате изгиба, в представленной работе поставлена задача по определению характеристик конструкции при изгибе с кручением.

В качестве объекта исследования рассматривалась консольная балка с длиной 1 м и прямоугольным поперечным сечением 20×30 см, армирование которой обеспечивалось пятью стальными стержнями диаметром 2 см. Принималось, что модули упругости материала матрицы и арматурной стали 27 и 200 ГПа соответственно. Нагружение балки осуществлялось силами тяжести ее элементов и равномерно распределенным давлением 170 кПа, приложенным к верхней грани.

Для решения рассматриваемых задач потребовалось уточненное разбиение арматурных стержней, которое вызвано необходимостью получения качественной сетки конечных элементов. Материалы арматуры и матрицы моделировались двадцатиузловыми призматическими конечными элементами.

Размер элемента по длине арматуры не превышал 10 мм, что позволило с достаточной степенью точности определить положение площадок внутреннего скольжения. Трение между арматурой и матрицей учитывалось путем введения специальных контактных конечных элементов (рисунок 1). В результате моделирования общее количество элементов модели оказалось равным 144000.

Разработанная конечноэлементная модель деформированного композита использована для анализа напряженно-деформированного состояния конструкции при различных свойствах адгезионно-фрикционных взаимодействий между арматурой и матрицей композита. Расчеты выполнены исходя из того, что между материалами композита имеется сухое трение, определяемое законом Кулона.

В результате расчетов получено распределение напряжений по объему рассматриваемой конструкции. На рисунке 2 приведена схема распределения эквивалентных по Мизесу напряжений в области контакта балки со стеной.

Области с разными значениями напряжений различаются интенсивностью цвета в соответствии со шкалой напряжений, приведенной в нижней части рисунка. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольшие напряжения наблюдаются вблизи областей контакта с арматурными стержнями.

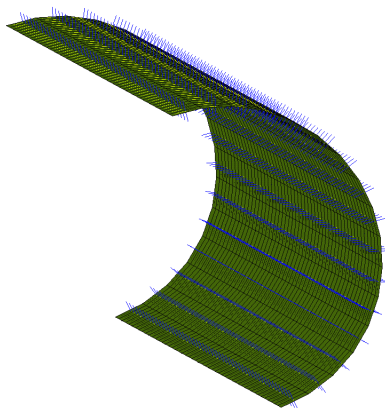


Рисунок 1 – Контактные конечные элементы (всего 4000 элементов)

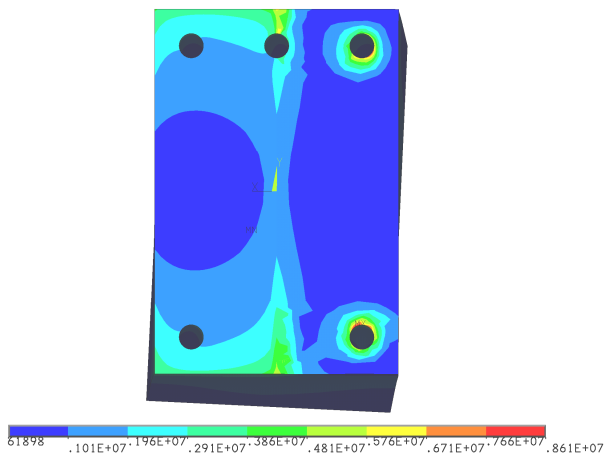


Рисунок 2 – Схема распределения эквивалентных по Мизесу напряжений, МПа, в области контакта со стеной

Анализ состояния контакта между соприкасающимися поверхностями показал, что проскальзывание отсутствует только на небольших участках соприкосновения между арматурой и матрицей композита. Различия в модулях упругости материалов композита приводит к тому, что между арматурой и матрицей образуется зазор, как это показано на рисунке 3.

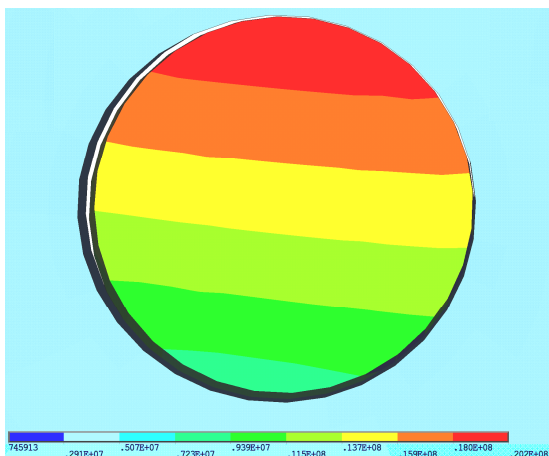


Рисунок 3 – Зазор между арматурными стержнями и матрицей композита, образующийся при нагружении балки

Получена зависимость угла закручивания торцевого сечения балки от приложенного крутящего момента. Расчеты показали, что в диапазоне изменения от 0 до 160 кН м эта зависимость близка к линейной. При этом значение угла закручивания оказалось на 20 % меньше, чем в балке без армирования.

Таким образом, в ходе выполнения работы получены следующие основные результаты: установлено влияние трения между соприкасающимися фазами на прочность и жесткость конструкции, а также на величину максимального зазора между арматурой и матрицей, появляющегося при работе конструкции под нагрузкой, введение продольной арматуры приводит лишь к незначительному росту крутильной жесткости балки.

Полученные результаты исследований могут быть использованы проектными учреждениями при разработке новых железобетонных конструкций из композитных материалов либо модификации отдельных элементов существующих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Аиелло, М. А.** Моделирование поведения работающих на растяжение бетонных элементов конструкций, армированных стержнями из волокнистого композита / М. А. Аиелло, М. Леоне, Л. Омбрес // *Механика композитных материалов.* – 2003. – Т. 39. – № 4. – С. 431–444.

2 **Pleskachevskii, Yu. M.** Finite-Element Modeling of the Interaction of Reinforcement with Concrete Matrix / Yu. M. Pleskachevskii, A. O. Shimanovskii, G. M. Kuzemkina // *Mechanics of Composite Materials.* – 2008. – Vol. 44. – № 3. – P. 209–214.

3 **Моделирование механического взаимодействия арматуры с матрицей композита** / Ю. М. Плескачевский [и др.] // *Механика машин, механизмов и материалов.* 2009. – № 1. – С. 67–71.

4 **Шимановский, А. О.** Анализ вариантов армирования конструкции из композитных материалов / А. О. Шимановский, Г. М. Куземкина, О. И. Якубович // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки: междунар. сб. науч. тр. – Гомель: БелГУТ, 2008. – Вып. 2. – С. 77–83.

G. M. KUZIOMKINA, A. O. SHIMANOVSKY, Yu. M. PLESKACHEVSKY

FINITE ELEMENT MODELING OF REINFORCED BEAM COMPLEX LOADING

The features of deformation of reinforced joist beam when bending combined with torsion are being examined. The reinforcement and the composite matrix friction – the stress-strain state of the structure and generated inside gaps parameters effect has been analysed.

Получено 25.10.2009

**ISBN 978-985-468-707-0. Механика. Научные исследования
и учебно-методические разработки. Вып. 4. Гомель, 2010**

УДК 629.3.023 : 796.714

A. MIMAROGLU, H. UNAL, H. I. KAYA, Z. BAYRAKTAR, B. CALIK, N. OZSOY
University of Sakarya, Faculty of Engineering, Adapazari, Turkey

AN APPROACH TO IMPROVEMENT IN THE FRAME DESIGN OF GO-KART CHASSIS

In this study, the frame design of Go-kart chassis was analysed and improved using CAD/CAE system. The Go-kart chassis frame was modelled and analysed using Pro-Engineer and ANSYS code. Frames with different sizes were analysed and an optimum dimensions were estimated. Finally an improvement in the frame existing design was carried out to reach higher strengthened chassis. Furthermore different cross-section style frames were also investigated and compared. The results showed that the circular cross section frame is the optimum from point view of cost, strength and reliability. A high increase in load carrying capacity is reached with 0,5 % increase in weight of the frame.

Introduction. Go-kart is a racing machine with lowest centre of gravity, wide track width and no true suspension system. Its wheels spin at the same time and with the same rate. In fact Go-kart has to use its tires and chassis flex to act as its suspension system. It is the cheapest existing motor sport, which attracts the attention of youths. This sport hobby became popular in the mid fifties. In 1970 having placed motor unit behind the driver carried out a large improvement in this area. In 1990 motor companies subsidized this sport and its racing field was spreaded around the country. Frame chassis is the carrying structure for all internal and external loads of the vehicle. In general chassis from the point of structure could be divided into different types. These types are ladder, X, fork and platform types. Each of these types or systems has its advantage and its application field, see figure 1, *a-d*. Types a, b have the advantage of minimum weight/strength ratio. Generally the ladder type chassis is the most popular type used in Go-kart vehicle because of simplicity and low production cost [1, 2].