

Дніпропетровський національний університет
імені Олеся Гончара

**МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ
ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ
ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА**

**МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ
ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**METHODS OF SOLVING APPLIED PROBLEMS
IN SOLIDS MECHANICS**

Збірник наукових праць

13

випуск

Дніпропетровськ

Ліра

2012

Методи розв'язування прикладних задач механіки деформівного твердого тіла: зб. наук. праць / ред. кол.: А. П. Дзюба (відп. ред.) та ін. – Дніпропетровськ: Ліра, 2012. – Вип. 13. – 460 с. Рос., укр. та англ. мовами.

Наведені нові результати досліджень у галузі механіки деформівного твердого тіла. Основна увага приділена питанням розробки та удосконалення математичних моделей, методів теоретичного і експериментального дослідження та застосування сучасних комп'ютерних технологій для розв'язування актуальних прикладних задач.

Для наукових співробітників, інженерів-механіків та аспірантів.

Збірник внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (технічні науки (механіка деформівного твердого тіла) – постановва президії ВАК України від 16 грудня 2009 р. № 1-05/6; фізико-математичні науки (механіка) – постановва президії ВАК України від 01 липня 2010 р. № 1-05/5).

Рекомендовано до друку Вченою радою Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара (протокол № 10 від 31 березня 2011 р.)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

д-р техн. наук, проф. **А. П. Дзюба** (відп. редактор); канд. техн. наук, с.н.с. **Ю. М. Селіванов** (відп. секретар); д-р техн. наук, проф. **Ю. С. Воробйов**; канд. фіз.-мат. наук, доц. **О. О. Бобильов**; д-р техн. наук, проф. **В. З. Грищак**; д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАНУ **В. С. Гудрамович**; д-р техн. наук, проф. **М. М. Дронь**; д-р техн. наук, проф. **О. С. Каіров**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **В. І. Кузьменко**; д-р техн. наук, проф. **В. М. Левін**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **В. В. Лобода**; д-р техн. наук, проф. **А. І. Маневич**; д-р техн. наук, проф. **Н. І. Ободан**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **А. М. Пасічник**; д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України **О. В. Пилипенко**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **А. К. Приварников**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **О. А. Приходько**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **С. О. Смирнов**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **П. О. Стеблянко**; д-р фіз.-мат. наук, проф. **Ю. А. Черняков**

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. **В. О. Бараненко**.

д-р фіз.-мат. наук, проф. **О. А. Зевін**,

Адреса редколегії:

49010, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 72,

Дніпропетровський національний університет ім. Олеся Гончара, корп. 3, кімн. 41.,
e-mail: compumech@ua.fm

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 8831 від 03.06.2004 р.

ISSN 2079-536X

© Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара, 2012.

© Автори статей. 2012

Гришин В. А., Гришина В. А., Реут В. В., Реут Е. В.	
Исследование интенсивности напряжений в пластинчатой конструкции с трещинами под действием изгибающей нагрузки	106
Гутьера С. С., Хомяк Ю. М.	
Круговая трещина в плоскости сцепления трансверсально-изотропных полупространств	114
Дзюба А. П., Селиванов Ю. М.	
Некоторые подходы к решению проблемы рационального распределения материала тонкостенных структур	121
Довжик М. В., Назаренко В. М.	
Разрушение при сжатии вдоль трещины, для малых расстояний между свободной поверхностью и трещиной	131
Долгих А. В., Приварников А. К.	
Смешанная задача теории упругости для многослойного основания с частично упруго закреплённой границей	137
Дородных Т. И.	
Совместные процессы повреждаемости и деформирования хрупких материалов	144
Дырда В. И., Лисица Н. И., Новикова А. В., Гребенюк С. Н., Козуб Ю. Г., Бова А. А.	
Определение напряженно-деформированного состояния резинометаллических сейсмоопор	152
Дьяченко Н. М., Манько Н. И.-В., Шашкова Е. В.	
Задача контакта квадратного в плане штампа с шероховатым полупространством в условиях частичного проскальзывания	159
Зашкільняк І. М., Костенко І. С., Николишин Т. М., Ростун М. Й.	
Предельное равновесие изготовленной из функционально-градиентного материала цилиндрической оболочки с двумя поверхностными трещинами	169
Заяц В. И., Новикова О. С.	
Решение задачи о тепловом деформировании упругой пластины в ультрасферических многочленах	179
Зеленський А. Г.	
Метод зниження порядку неоднорідних диференціальних рівнянь із частинними похідними	188
Киричевский Р. В., Донченко В. Ю.	
Численная сходимость решений с использованием трёхмерных конечных элементов с линейной аппроксимацией в программном комплексе MIRELA+	197
Клименко А. А., Михлин Ю. В.	
Нелинейные нормальные формы колебаний маятниковых систем	204

Ковальчук П. С., Янчевский И. В.	
Управление радиальными колебаниями толстостенного сферического пьезокерамического излучателя	212
Козуб Ю. Г., Козуб Г. А.	
Численный анализ динамического деформирования вязкоупругих элементов конструкций	224
Кузьо І. В., Корендій В. М.	
Деформації лопатей вітроколеса при згині	231
Курапов С. В., Чеченя В. С.	
Математическая модель упругой системы на основе рисунка графа	237
Куреннов С. С.	
Динамические напряжения в клеевом соединении с консолью на основе модели Голанда – Рейсснера	245
Левада В. С., Хижняк В. К., Левицкая Т. И.	
Изгиб полубесконечной анизотропной пластины с шарнирно-опертым краем, находящейся под действием сосредоточенной нагрузки	254
Луньо Н. Б.	
Контактна взаємодія двох півпросторів з початковими (залишковими) напруженнями і пружного циліндричного штампу	260
Максимчук Д. М.	
Контакт двух співвісних кінцевих циліндрів і пружного шару з початковими (залишковими) напруженнями	266
Меркотан Г. В., Шамровський О. Д.	
Динамічна задача поширення термопружних хвиль в однорідній пластині	272
Михальчук А. И., Кузьменко В. И.	
Вариационная формулировка контактной задачи адгезионного движения	280
Николаев А. Г., Танчик Е. А.	
Трёхмерная периодическая модель зернистого композиционного материала	287
Николишин М. М., Опанасович В. К., Куротчин Л. Р., Слободян М. С.	
Знаходження довжини пластичних зон біля вершини наскрізної тріщини на прямолінійній межі поділу матеріалів при розтязі кусково-однорідної ізотропної пластини	294
Оксенчук Н. Д.	
Напружено-деформований стан сталевго циліндра при тепловому опроміненні та врахуванні мікроструктурних перетворень	301
Ольшанский В. П., Ольшанский С. В.	
Расчет напряжений в цилиндрическом стержне при крутильном ударе	309

Наукове видання

МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ ДЕФОРМУВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ
ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

METHODS OF SOLVING APPLIED PROBLEMS
IN SOLIDS MECHANICS

Збірник наукових праць, 2012, вип. 13

Коректор Л. М. Машталір

Комп'ютерна верстка О. Г. Василенко, І. А. Сафронова

За підтримки Оргкомітету IV Міжнародної науково-технічної конференції
«Актуальні проблеми прикладної механіки і міцності конструкцій»

Підписано до друку з оригінал макету 25.04.2012, Формат 60×84 1/16. Папір
друкарський. Друк плоский. Умов. друк. арк. 28,75. Тираж 100 прим. Замовлення № 141

Свідоцтво про внесення до державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ДП №14 від 13.07.2000.

Типографія «Ліра», 49038, Україна, м. Дніпропетровськ, пл. Десантників, 1,
тел. (056)721-92-60, 721-92-63, E-mail: lira.ltd@ukr.net

УДК 539.3

*В. И. Дырда, д-р техн. наук, Н. И. Лисица, канд. техн. наук,
А. В. Новикова, С. Н. Гребенюк, канд. техн. наук,
Ю. Г. Козуб, канд. физ.-мат. наук, А. А. Бова*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СЕЙСМООПОР

В статье приведены результаты расчета резинометаллической сейсмоопоры используемой в качестве элемента вибросейсмозащиты многоэтажных жилых домов. Проведено сравнение результатов расчета, полученных приближенными аналитическими методами и методом конечных элементов, с экспериментальными данными для образцов сейсмических опор.

Ключевые слова: резинометаллический виброизолятор, осадка, моментная схема конечного элемента, нагрузка, сжатие.

Введение. Защита зданий, сооружений, инфраструктурных объектов пагубного воздействия землетрясений является актуальной, ввиду того, что значительная часть населения земного шара проживает на сейсмоактивных территориях. Традиционные системы сейсмозащиты обеспечивают сейсмостойкость объектов путём повышения несущей способности конструкций и их соединений, стимулируя создание более прочных, жёстких и монолитных сооружений. При этом стоимость строительства в сейсмических районах по сравнению с несейсмическими увеличивается на 4 – 12% в зависимости от интенсивности. Применение нетрадиционных систем вибросейсмозащиты позволяет обеспечить сохранность зданий и сооружений при землетрясениях и техногенных воздействиях, при этом: снижается сметная стоимость строительства на 3 – 6%, а трудоёмкость – на 4 – 6%; уменьшается материалоёмкость зданий и сооружений на 5 – 10%; расширяется область применения типовых конструкций путём застройки районов с повышенной сейсмичностью; увеличивается высоты здания при использовании тех же конструкций.

К наиболее перспективным из нетрадиционных способов вибросейсмозащиты можно отнести применение вибросейсмоизоляторов на основе резинометаллических конструкций. По многим параметрам – простоте изготовления, надёжности, габаритам, стоимости и др., такие конструкции превосходят традиционные системы того же назначения. Они позволяют находить принципиально новые конструктивные решения ответственных узлов современных технических систем. Анализ мировой практики вибросейсмозащиты машин, зданий и сооружений показывает, что системы с использованием именно резинометаллических блоков являются наиболее перспективными с точки зрения стоимости и эффективности. Указанные системы вибросейсмозащиты позволяют защитить машины и здания при сейсмическом

воздействиях не только в горизонтальной и вертикальной плоскостях, но и от кручения. Считается, что именно кручение в сочетании с неблагоприятными факторами, в частности с вертикальной составляющей толчков, является основной причиной катастрофических разрушений при землетрясениях. Кроме того, применение резинометаллических слоистых виброизоляторов позволяет защитить здания и находящиеся в них люди от воздействиям метрополитена, автомобильного и железнодорожного транспорта [5].

Таковыми вибросейсмоизоляторами, предназначенными для сейсмозащиты многоэтажных жилых домов, являются двухслойные сейсмоопоры, разработанные Институтом геотехнической механики им. Н. С. Полякова НАН Украины и Государственным научно-исследовательским институтом строительных конструкций (рис. 1).

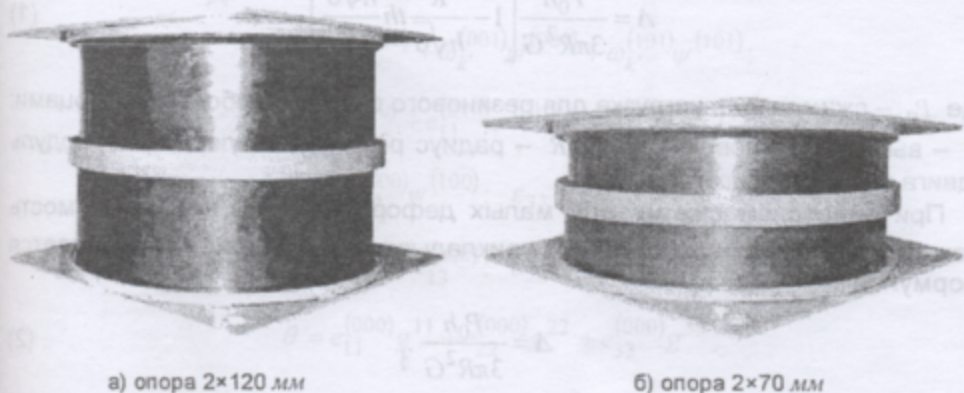


Рис. 1 – Двухслойные сейсмоопоры

Определение параметров напряженно-деформированного состояния (НДС) резиновых виброизоляторов является ответственной и сложной задачей ввиду специфичности механических свойств резины. Задаче определения осадки резиновых элементов, работающих на сжатие, посвящены работы Э. Э. Лавендела [8], С. И. Дымникова [3], В. Л. Бидермана, Н. А. Сухой [1, 11]. Определение НДС резиновых деталей с помощью метода конечных элементов изложено в работах В. В. Киричевского [7], В. М. Малькова [9].

Определение НДС. Определение параметров НДС сейсмоопор (осадка, прикладываемая нагрузка и т.д.) возможно различными методами – экспериментальными, эмпирическими, приближенными аналитическими, численными – каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки и которые в совокупности дают возможность получить объективные сведения о деформировании конструкции.

Для представленных выше сейсмоопор в ходе статических испытаний была определена жесткость на сжатие при различной величине нагрузки [5]. В результате несложных пересчетов можно определить зависимость между

осадкой опоры и прикладываемой нагрузкой (весом строительной конструкции), используя формулу

$$\Delta = \frac{P}{C_{cm.в}}$$

где Δ – осадка сейсмоопоры; P – сжимающая нагрузка; $C_{cm.в}$ – вертикальная жесткость сейсмоопоры.

С другой стороны, в работе [6] для малых деформаций ($\varepsilon < 0,1$) методом Ритца получена аналитическая зависимость между осадкой цилиндрического резинового слоя со свободными торцами и прикладываемой нагрузкой:

$$\Delta = \frac{P_0 h}{3\pi R^2 G} \left[1 - \frac{R}{h\sqrt{6}} \frac{h\sqrt{6}}{R} \right], \quad (1)$$

где P_0 – сжимающая нагрузка для резинового слоя со свободными торцами; h – высота резинового слоя; R – радиус резинового слоя; G – модуль сдвига резины.

При одноосном сжатии для малых деформаций ($\varepsilon < 0,1$) зависимость между осадкой резинового слоя и прикладываемой нагрузкой определяется формулой

$$\Delta = \frac{P_0 h}{3\pi R^2 G} \beta, \quad (2)$$

При расчете сейсмоопор необходимо учитывать, что торцы резинового слоя привулканизированы к металлическим пластинам, тогда в формулы (2) и (3) вместо нагрузки P_0 необходимо подставить скорректированное значение реальной нагрузки P , которое учитывает увеличение жесткости за счет закрепления торцов:

$$P_0 = \frac{P}{\beta}, \quad (3)$$

где $\beta = 1 + 0,413\rho^2$ – по Пейну; $\beta = 0,92 + 0,5\rho^2$ – по Лавенделу.

В работе [6] предложено вычислять β по формуле:

$$\beta = 1 + 0,83\rho^2, \quad (4)$$

где $\rho = \frac{R}{h}$; β – коэффициент увеличения жесткости за счет закрепления торцов.

Универсальным численным методом расчета резиновых вибросейсмоизоляторов, который позволяет учитывать несимметричность нагрузок и за-

креплений, а также получать полную картину НДС, является метод конечных элементов (МКЭ). При этом традиционный МКЭ не позволяет учесть такое свойство резины, как слабая сжимаемость материала, поэтому воспользуемся специально разработанной схемой МКЭ – моментной схемой конечного элемента (МСКЭ) для слабосжимаемых материалов [7]. Данная схема заключается в тройной аппроксимации компонент вектора перемещений, компонент тензора деформаций и функции изменения объема и удержании ряда слагаемых согласно определенным правилам. Для призматического конечного элемента треугольной формы эти аппроксимации принимают вид [4]:

$$u_{k'} = \sum_{lmn} \omega_k^{(pqr)} \psi^{(pqr)} = \omega_k^{(000)} + \omega_k^{(100)} \psi^{(100)} + \omega_k^{(010)} \psi^{(010)} + \omega_k^{(110)} \psi^{(110)} + \omega_k^{(001)} \psi^{(001)} + \omega_k^{(101)} \psi^{(101)}; \\ \varepsilon_{11} = e_{11}^{(000)} + e_{11}^{(010)} \psi^{(010)} + e_{11}^{(001)} \psi^{(001)}; \\ \varepsilon_{22} = e_{22}^{(000)} + e_{22}^{(100)} \psi^{(100)}; \quad \varepsilon_{33} = e_{33}^{(000)} + e_{33}^{(100)} \psi^{(100)}; \\ \varepsilon_{12} = e_{12}^{(000)}; \quad \varepsilon_{13} = e_{13}^{(000)}; \quad \varepsilon_{23} = e_{23}^{(000)} + e_{23}^{(100)} \psi^{(100)}; \\ \theta = e_{11}^{(000)} g^{11} + e_{22}^{(000)} g^{22} + e_{33}^{(000)} g^{33}.$$

где $u_{k'}$ – компоненты вектора перемещений по направлению оси k' базисной системы координат; ε_{ij} – компоненты тензора деформаций; θ – функция изменения объема; l, m, n – максимальные степени аппроксимирующих полиномов относительно осей местной системы координат x_1, x_2, x_3 ; g^{ij} – компоненты метрического тензора; $\omega_k^{(pqr)}$ – коэффициенты разложения перемещений; $e_{ij}^{(pqr)}$ – коэффициенты разложения деформаций; $\psi^{(pqr)}$ – набор степенных координатных функций вида:

$$\psi^{(pqr)} = \frac{(x_1)^p (x_2)^q (x_3)^r}{p! q! r!}.$$

Для повышения точности расчетов используют уточненные схемы МСКЭ [2]. Найдем осадку Δ для двухслойной сейсмоопоры диаметром $d = 400$ мм, высотой резинового слоя $h = 240$ мм и модулем упругости $G = 0,63$ МПа от действия нагрузки $P = 50$ кН.

В работе [6] решение нелинейной задачи осадки сплошного цилиндра с учетом особенностей ужесточения на торцах было найдено численно методом Рунге–Кутты четвертого порядка точности. Для этого необходимо было решить задачу Коши при определенных граничных условиях. В результате расчетов было получено значение осадки сейсмоизолятора $\Delta = 0,0127$ м, что хорошо совпадает с экспериментальными исследованиями [10].

Поставленная задача также была численно реализована на основе моментной схемы конечных элементов в рамках вычислительного комплекса «МИРЕЛА+». На рис. 2 приведено распределение компонент тензора напряжений в сейсмоопоре.

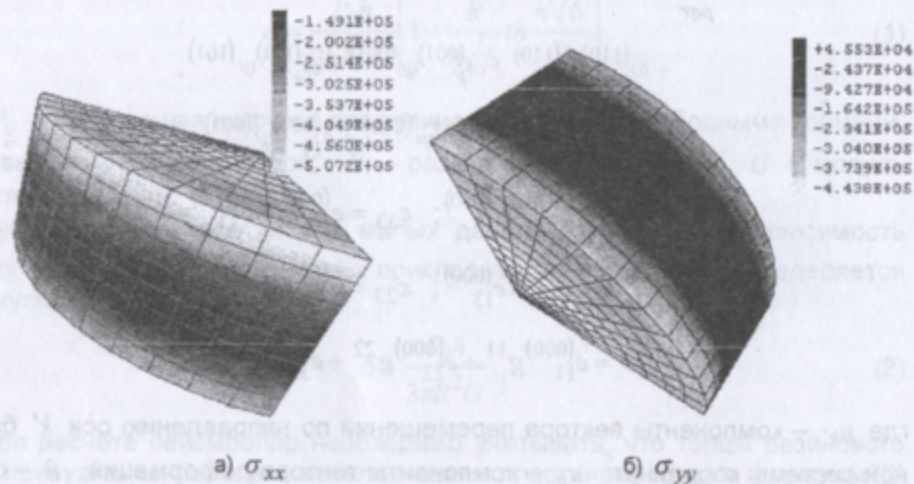


Рис. 2 – Распределения нормальных напряжений по сейсмоопоре

Проведем расчет осадки, используя формулы (1) и (2), с коэффициентом ужесточения β , определяемым по формуле (4). В рассматриваемом случае

$$\beta = 1 + 0,83 \left(\frac{R}{h} \right)^2 = 1 + 0,83 \cdot \left(\frac{200 \cdot 10^{-3}}{120 \cdot 10^{-3}} \right)^2 \approx 2,38.$$

Подставим полученное значение в формулу (3):

$$P_0 = \frac{P}{\beta} = \frac{50 \cdot 10^3}{2,38} \approx 21 \text{ кН.}$$

Найдем осадку одного слоя сейсмоопоры по формуле (1):

$$\Delta = \frac{21 \cdot 10^3 \cdot 0,12}{3 \cdot 3,14 \cdot (0,2)^2 \cdot 6,3 \cdot 10^5} \cdot \left[1 - \frac{0,2}{0,12\sqrt{6}} \cdot \frac{0,12\sqrt{6}}{0,2} \right] \approx 0,0042 \text{ м.}$$

Далее, рассчитаем осадку одного слоя сейсмоопоры по формуле (2):

$$\Delta = \frac{P_0 h}{3\pi R^2 G} \approx \frac{0,0126 \cdot (120 \cdot 10^{-3})}{3 \cdot 3,14 \cdot (200 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 6,3} \approx 0,0064 \text{ м.}$$

Все полученные результаты расчета осадки рассматриваемой сейсмоопоры приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета осадки сейсмоопоры

Показатель	Способ расчета осадки			
	экспериментальные исследования	формулы		численная реализация
		(1)	(2)	
Осадка (максимальный прогиб резинового элемента), м	0,012	0,0084	0,0128	0,01128

Выводы. Таким образом, наиболее точный результат получается при использовании формулы (2), однако данная формула не дает целостной картины распределения параметров НДС сейсмоопоры в отличие от численного подхода на основе метода конечных элементов и метода Ритца.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Бидерман В. Л. Расчет цилиндрических и прямоугольных длинных резиновых амортизаторов сжатия / В. Л. Бидерман, Н. А. Сухова // Расчеты на прочность. – 1968. – №13. – С. 55 – 72.
2. Гребенюк С. Н. Повышение точности моментной схемы конечного элемента для слабосжимаемых материалов / С. Н. Гребенюк, А. А. Бова // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании. – 2009. – Т. 22. – С. 55 – 64.
3. Дымников С. И. Расчет резинотехнических деталей при средних деформациях / С. И. Дымников // Механика полимеров. – 1968. – № 2. – С. 271 – 275.
4. Дырда В. И. Аналитические и численные методы расчета резиновых изделий / В. И. Дырда, С. Н. Гребенюк, С. И. Гоменюк. – Днепропетровск-Запорожье: Запорожский национальный университет, 2012. – 370 с.
5. Дырда В. И. Обоснование и выбор параметров резинотехнических сейсмоопор / [В. И. Дырда, Н. И. Лисица, Н. Г. Марьяненко и др.] // Геотехническая механика. – 2009. – Вып. 84. – С. 17 – 23.
6. Дырда В. И. Решение задачи о сжатии вязкоупругого цилиндра методом Ритца / В. И. Дырда, А. В. Гончаренко, Л. В. Жарко // Геотехническая механика. – 2010. – Вып. 86. – С. 113 – 124.
7. Киричевский В. В. Метод конечных элементов в механике эластомеров: монография / В. В. Киричевский. – К.: Наук. думка, 2002. – 655 с.
8. Лавендел Э. Э. Расчет резинотехнических изделий / Э. Э. Лавендел. – М.: Машиностроение, 1976. – 232 с.
9. Мальков В. М. Механика многослойных эластомерных конструкций: [монография] / В. М. Мальков. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. – 320 с.

10. Обосновать параметры, разработать конструкцию, изготовить и испытать в лабораторных условиях виброзащитные опоры для сейсмозащиты многоэтажного дома (г. Ялта): Информационный отчет о НИР ИГТМ НАН Украины; рук. В. И. Дырда, исполн. Н. И. Лисица и др. – Днепропетровск, 2008. – 44 с. – Инв. № 6875.

11. Сухова Н. А. К расчету резиновых амортизаторов, работающих на сжатие / Н. А. Сухова, В. Л. Бидерман // Расчеты на прочность. – 1962. – № 8. – С. 200 – 211.

*Институт геотехнической механики НАНУ,
Днепропетровск, Украина,
Запорожский национальный университет,
Запорожье, Украина,
Луганский национальный университет
имени Тараса Шевченко,
Луганск, Украина*

Поступила в редколлегию 02 03. 2012

*V. I. Dyrda, д-р техн. наук, Н. I. Lisitsa, канд. техн. наук,
A. V. Novikova, С. M. Grebenyuk, канд. техн. наук,
Ю. G. Kozub, канд. физ.-мат. наук, А. A. Bova*

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ГУМОВОМЕТАЛЕВИХ СЕЙСМООПОР

У статті наведені результати розрахунку гумовометалевої сейсмоопори, яка використовується як елемент вібросейсμοзахисту багатоповерхових житлових будинків. Проведено порівняння результатів розрахунків, отриманих наближеними аналітичними методами та методом скінченних елементів, з експериментальними даними для зразків сейсмічних опор.

Ключові слова: гумовометалевий віброізолятор, осад, моментна схема скінченного елемента, навантаження, стиск.

*V. I. Dyrda, Professor, N. I. Lisitsa, Associate Professor,
A. V. Novikova, S. N. Grebenyuk, Associate Professor,
Y. G. Kozub, Associate Professor, A. A. Bova*

DETERMINATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF RUBBER-METAL SEISMIC BEARING

The results of calculation of the rubber-metal seismic bearing used as an element of vibro-seismic protection of multistory dwelling buildings are considered in the paper. Authors compare results obtained by the use of approximate analytical methods, finite elements method and experimental data for the samples of seismic bearing.

Keywords: rubber-metal vibroinsulator, sinking, finite element moment scheme, loading, compression.