

торі класу 1,4 з колісною формулою 4×4 має значення 1...1,5 м вперед відносно задньої вісі трактора.

2. Збільшення навантаження на ґрунт від навішування газобалонної установки може бути компенсовано зменшенням тиску повітря в шинах. Для газодизельного трактора МТЗ-82, з запропонованою компоновочною схемою, рекомендується при виконанні ґрунтообробних операцій підтримувати тиск повітря в шинах ведучих коліс 0,1-0,15 МПа.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Долганов К.Е., Кухтик В.В. Корректирование внешней скорости характеристики автотракторного газодизеля // Двигатели внутреннего сгорания. Межрегиональный научно-техн. сб. – Харьков. –1997. Вып. 56-57. –С. 28-38.
2. Долганов К.Е., Лисовал А.А., Колесник Ю.И. Система питания и регулирования для переоборудования дизелей в газодизели // Двигателестроение. – 1999. – № 1. – С. 37-40.
3. Кухаренко П.М. Исследование работы датчика перестановочного усилия газодизеля // Проблемы экономичности и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания в АПК СНГ. Материалы межгосударственного научно-технического семинара, май 2001 года. – Саратов: СГАУ, 2002. –Выпуск 14. – С. 100-102.
4. Кухаренко П.М. Результати випробування газобалонного трактора ЮМЗ-6 // Праці ТДАА. –Мелітополь. – 2001. –Т. 18, Вип. 2. – С. 136-139.
5. Моторно-трансмиссионные установки с двигателями постоянной мощности сельскохозяйственных и промышленных тракторов: Обзорная информация / С.И. Дорменев, А.П. Банник, В.А. Доброхлебов, В.К. Дехтерева. – М.: ЦНИИТЭИ-тракторосельхозмаш, 1987. – 56 с.

УДК 678.026

Дырда В.И., Кобец А.С., Науменко Н.Н.

## ВЛИЯНИЕ НЕИЗМЕННОСТИ ФОРМЫ КОНТАКТНЫХ ГРАНЕЙ РЕЗИНОВОЙ ОПОРЫ НА ЕЕ ПОДАТЛИВОСТЬ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ СЖАТИИ

Розглядається монофазне деформування стиску гумового блоку, бокова поверхня якого має форму параболи, а довжина значно перевищує товщину.

### EFFECT OF AN INVARIANCE OF THE SHAPE OF CONTACT FACETS OF A RUBBER SEAT ON HER PLIABILITY AT VERTICAL SQUEEZING.

Monophase deforming squeezing of the rubber block which lateral face is in the form of parabolas is considered, and the length considerably exceeds thickness.

В последние годы резинометаллические виброизоляторы широко используются в инженерной практике: для виброизоляции тяжелых машин (вентиляторы, дробилки, окомкователи, смесители и т.д.) и для виброизоляции сооружений. Известны расчеты таких деталей общего назначения [1-3]; интерес представляет случай, когда резиновый массив имеет жесткое крепление к металлу (например, в процессе вулканизации), свободная по-

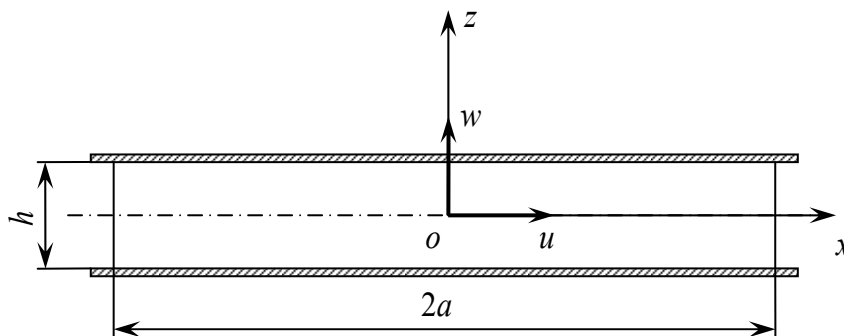


Рис. 1 – Схема расчета

верхность резины деформируется по параболе и виброизолятор имеет большую длину, т.е. отношение длины к ширине больше 5-100 раз.

Рассмотрим деформирование равномерной вертикальной нагрузкой призматического резинометаллического блока, вертикальное поперечное сечение которого отнесено к системе координат  $xOz$  (рис. 1)

При определении вертикальной податливости такого блока будем считать его достаточно длинным для того, чтобы его полоски, находящиеся между поперечными вертикальными плоскостями, параллельными координатной плоскости  $xz$ , находились при действии нагрузки в одинаковых условиях. Такая ситуация соответствует случаю плоской деформации. Кроме этого при решении задачи приняты следующие допущения. При нагружении горизонтальные сечения блока остаются плоскими и горизонтальными; точки находящиеся на вертикальной линии, при нагружении остаются на параболе; резина не сжимаема, т.е. для нее коэффициент Пуассона равен 0,5. С учетом этих допущений для перемещений  $u$ ,  $v$ ,  $w$  соответственно вдоль осей  $x$ ,  $y$ ,  $z$  принимаются следующие выражения

$$u(x, y, z) = u_0(x) \left( 1 - \frac{4z^2}{h^2} \right); \quad v(x, y, z) = 0; \quad w(x, y, z) = w(z), \quad (1)$$

где  $h$  – высота недеформированного блока (рис. 1)

При определении функций  $u$  и  $w$  воспользуемся условием несжимаемости [1]

$$\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy} + \varepsilon_{zz} = 0, \quad (2)$$

где 
$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial v}{\partial y}; \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z}.$$

Из выражений (2) с учетом (1) следует

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \frac{du_0}{dx} \left( 1 - \frac{4z^2}{h^2} \right) + \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (3)$$

Тогда

$$w = - \int \frac{du_0}{dx} \left( 1 - \frac{4z^2}{h^2} \right) dz = - \frac{du_0}{dx} \left( z - \frac{4z^3}{3h^2} \right).$$

Считая, что под нагрузкой сжатие составляет значение  $f$ , для  $w(h/2)$  получим

$$w = - \frac{du}{dx} \left( \frac{h}{2} - \frac{4}{3 \cdot 8} \frac{h^3}{h^2} \right) = - \frac{du_0}{dx} \frac{1}{3} h = - \frac{f}{2}.$$

Откуда

$$\frac{du_0}{dx} = \frac{3}{2} \frac{f}{h} = \frac{3}{2} \varepsilon, \quad (4)$$

где 
$$\varepsilon = \frac{f}{h}.$$

Из выражения (4) для случая  $u_0(0) = 0$  следует

$$u_0(x) = \frac{3}{2} \varepsilon \cdot x.$$

Таким образом, вместо формул (1) имеем

$$u(x, y, z) = \frac{3}{2} \varepsilon x \left( 1 - \frac{4z^2}{h^2} \right); \quad v(x, y, z) = 0; \quad w(x, y, z) = -\frac{3}{2} \varepsilon \left( z - \frac{4}{3} \frac{z^3}{h^2} \right). \quad (5)$$

Анализируя распределение напряжений, будем исходить из известных зависимостей [1]

$$\sigma_x = \frac{E_0}{1-\nu_0^2} (\varepsilon_{xx} + \nu_0 \varepsilon_{zz}); \quad \sigma_z = \frac{E_0}{1-\nu_0^2} (\varepsilon_{zz} + \nu_0 \varepsilon_{xx}), \quad (6)$$

где коэффициенты  $E_0$  и  $\nu_0$  выражаются через модуль упругости  $E$  и коэффициент Пуассона  $\nu$  следующим образом

$$E_0 = \frac{E}{1-\nu^2}; \quad \nu_0 = \frac{\nu}{1-\nu}.$$

Для  $\nu = 0,5$  из выражений (6) следует

$$\sigma_z = \sigma_x + E_0 \varepsilon_{zz}. \quad (7)$$

В соответствии с формулой (7) будем считать, что напряжения  $\sigma_z$  состоят из двух частей.

Первая обусловлена наличием касательных напряжений в горизонтальных плоскостях, возникающих в связи с неизменностью контактных поверхностей резиновой опоры в верхнем и нижнем горизонтальном сечениях, а вторая – возникает при сжатии опоры.

При расчете первой составляющей воспользуемся дифференциальными уравнениями равновесия элементарного объема, которые в случае отсутствия объемных сил имеют вид

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = 0; \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} = 0; \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = 0. \end{cases} \quad (8)$$

Так как  $\sigma_z = \sigma_z(x)$ , то  $\frac{d\sigma_z}{dx} = \frac{\partial \sigma_z}{\partial x}$ . С другой стороны, из уравнения (7) следует, что  $\frac{\partial \sigma_z}{\partial x} = \frac{\partial \sigma_x}{\partial x}$ . Тогда из уравнений (8) можно получить

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} = -\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} = \frac{12G}{h^2} \varepsilon x, \quad (9)$$

т.к.  $\tau_{xz} = G \left( \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right)$ , а  $\tau_{xy} = G \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) = 0$ .

Таким образом, для первой компоненты напряжений  $\sigma_z$  получим

$$\sigma_z = \sigma_x = \int \frac{12G}{h^2} \varepsilon x dx = \frac{12G}{h^2} \frac{x^2}{2} + c.$$

На границе блока, где  $x = a$ ,  $\sigma_x = 0$ , тогда для  $\sigma_z$  получим выражение

$$\sigma_z = -\frac{6G}{h^2} \varepsilon (a^2 - x^2), \quad (10)$$

где  $G$  – модуль материала при сдвиге.

Для второй компоненты напряжений  $\sigma_z$ , обусловленной сжатием блока примем  $\sigma_z = -\varepsilon E_0$  и для модуля напряжения будем иметь

$$\sigma_z = +\varepsilon \left[ \frac{6G}{h^2} (a^2 - x^2) + E_0 \right]. \quad (11)$$

Таким образом, на верхней контактной поверхности резины напряжения распределены неравномерно. Общее давление  $Q$  на полосу длиной  $a$  (единичной ширины) будет равно

$$Q = 2\varepsilon \int_0^a \left[ \frac{6G}{h^2} (a^2 - x^2) + E_0 \right] dx = \frac{8a^3}{h^2} G\varepsilon + 2\varepsilon E_0 a. \quad (12)$$

Учитывая, что  $\varepsilon = \frac{f}{h}$  и

$$Q = f \left[ \frac{8a^3}{h^3} G + 2E_0 \frac{a}{h} \right], \quad (13)$$

жесткость единицы длины блока будет

$$C = \frac{Q}{f} = \frac{8a^3}{h^3} G + 2E_0 \frac{a}{h}. \quad (14)$$

**Пример расчета.** Рассмотрим монофазное сжатие резинометаллического блока со следующими параметрами:  $h = 5$  см;  $2a = 12$  см;  $b = 40$  см (длина блока); блок изготовили из резины типа 2959 со следующими физико-техническими параметрами:  $G = 10$  кг/см<sup>2</sup>,  $E = 30$  кг/см<sup>2</sup>,  $\nu = 0,5$ . Сжатие осуществлялось на прессе FP 100/1; экспериментальная жесткость на сжатие  $C = 5240$  кг/см.

Теоретическая жесткость блока на сжатие  $C_1 = \beta \cdot C$ , где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий положение резинового массива на торцах с учетом его жесткого присоединения к металлической арматуре; для рассматриваемого случая  $\beta = 1,71$  [2].

Перепишем выражение (14) для реального блока

$$C_1 = \left( \frac{8a^3}{h^3} G + 2E_0 \frac{a}{h} \right) b; \quad (15)$$

$$E_0 = \frac{E}{1-\nu^2} = \frac{30}{1-0,25} = 40 \text{ кг/см}^2.$$

Подставим имеющиеся значения параметров в уравнения (15):

$$C_1 = \left( \frac{8 \cdot 6^3}{5^3} \cdot 10 + 2 \cdot 40 \frac{6}{5} \right) 40 = 9369,6 \text{ кг/см}.$$

$$C = \frac{C_1}{\beta} = \frac{9369,6}{1,71} = 5479,2 \text{ кг/см}.$$

Как видно, совпадение с экспериментом вполне приемлемое для инженерной практики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филоненко-Бородич М.М. Теория упругости. – М.: Физматгиз, 1959. – 364 с.
2. Термомеханика эластомерных элементов конструкций при циклическом нагружении / Потуреев В.Н., Дырда В.И., Карнаухов В.Г., Сенченков И.К., Козлов В.И., Мазнецова А.В. – К.: Наукова думка, 1987. – 288 с.
3. Дырда В.И., Чижик Е.Ф. Резиновые детали в машиностроении. – М.; Днепропетровск: Полиграфист, 2000. – 582 с.

УДК 622.235

Джос В.Ф., Филь В.И., Хоришко С.П.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ВЗРЫВЧАТКЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭМУЛЬСИОННЫХ ВВ

У статті розглянуті результати досліджень впливу сировинних компонентів емульсійних вибухових речовин на їх детонаційні властивості

### RESEARCH OF EFFECT OF RAW COMPONENTS ON AN EXPLOSIVE OF THE CHARACTERISTIC OF EMULSIVE EXPLOSIVES.

In article results of researches of effect of raw components of emulsive explosive substances on their detonation properties are considered

Производство взрывных работ на золоторудных карьерах Навоийского горно-металлургического комбината осуществляются с использованием эмульсионных ВВ (ЭВВ), изготавливаемых на заводе по производству ЭВВ (г. Зарафшан) и непосредственно при зарядании взрывных скважин с помощью смесительно-зарядных машин (СЗМ) типа DN Nobelan (Heavy ANFO) и DN Repump (Nobelit). Эмульсионные ВВ (Нобеланы и Нобелиты) по данным фирмы Динамит-Нобель имеют следующие взрывчатые характеристики: скорость детонации, зависящая от рецептурного состава, колеблется от 3500-5500 м/с; плотность 930-1200 г/см<sup>3</sup>, теплота взрыва 2600-3500 кДж/кг. Эмульсионные ВВ (ЭВВ) имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с гранулированными ВВ, выпускаемых химической промышленностью. Они просты в изготовлении, дешевы, водоустойчивы в непроточных водах, обладают низкой чувствительностью к различным видам воздействия (удар, тепло, электричество), экологически безопасны. Благодаря хорошей текучести ЭВВ скважины заполняются при помощи насоса-дозатора по шлангу или шнека СЗМ в короткие промежутки времени. Отсутствует пыление при зарядании, накапливание потенциального статического электричества. К недостаткам ЭВВ можно отнести сравнительно малые сроки хранения и низкую чувствительность к инициирующему заряд ЭВВ начальному импульсу.

Важнейшим компонентом эмульсионных ВВ является жидкая и гранулированная аммиачная селитра (АС). Применение АС в качестве компонента ЭВВ базируется на ее способности выделять кислород в реакции разложения, протекающей в экзотермическом процессе. Главный параметр протекания указанной реакции – высокотемпературный нагрев (320-350 °С). При течении реакции каждый килограмм АС выделяет 110-120 г. кислорода. В допустимых пределах АС можно рассматривать как