Гулгезли Алескер Самед оглы
ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН

В работе доказано, что на поверхности текучести в пространстве напряжений коэффициент Пуассона становится равным 0,5, но, с развитием пластических деформаций, снова уменьшается. Получено новое, более точное условие пластической несжимаемости. Доказано, что при появлении пластических деформаций скорость распространения продольных упругих волн в бесконечной среде бесконечно увеличивается, что дает возможность передавать информацию с очень большой скоростью.

Источник
Альманах современной науки и образования
Тамбов: Грамота, 2016. № 10 (112). C. 25-28. ISSN 1993-5552.
Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html
Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/10/

(Д. Зильбер), а теплый и милый рисунок В Кирдий, на котором изображены жирафиха и ее детеныш, выполненные в манере, близкой детской книжной графике, вполне вписывается в типичный контекст родительского «Расти большой!» [Там же]. В некоторых случаях художник может осознанно уходить от излишней сентиментальности или пафосности типичного образа, используя мелкие детали, позволяющие внести в текст элемент иронии и вместе с тем сделать его более личным, более интимным. Так, например, на постере «Супер-пупер!» великолепие супер-героя, облаченного в красный плащ, развеваемый ветром на фоне темнеющего неба, несколько тускнеет из-за дырки на трико, сквозь которую видны семейные трусы в «сердечки», а созданный Д. Зильбером «мультяшный» принц на белом коне «восстанавливает в правах» реального мужчину, делая возможным осуществление пожелания «Жениха тебе хорошего!» даже для самой капризной юной особы.

В-третьих, в постерах могут также использоваться аллюзии на культовые художественные тексты. Например, обручальное кольцо с нанесенными на внутреннюю поверхность рунами, изображенное на постере В. Камаева «Не первый год замужем», совершенно очевидно отсылает читателя к кольцу всевластия из трилогии Толкиена, что вносит весьма специфические нотки в пожелание долгой и счастливой семейной жизни.

Таким образом, в современной открытке-постере, в отличие от классической открытки, активны и изображение, и слово. Игра на взаимодействии двух планов высказывания, осуществляемая с помощью таких приемов, как буквализация, оксюморон, комментарий, толкование, позволяет художнику избежать излишней сентиментальности и банальности данного высказывания, выводя его за рамки привычного для национального узуса контекста, и в то же время позволяет внести в него элемент иронии, столь необходимый для воздействия на избалованного читателя/зрителя XXI века, способного воспринимать даже самое серьезное и важное только сквозь призму комического.

Список литературы

1. **Мозохина Н. А.** Открытка как эпистолярный жанр путешествия начала XX века [Электронный ресурс]. URL: http://odysseus.msk.ru/publications/?id=108 (дата обращения: 20.10.2016).
2. **Покупайте наши открытки**: каталог. М.: Контакт-культура, 2009. 95 с.

GENRE OF POSTCARD-POSTER: PRINCIPLES OF INTERACTION OF TEXT AND VISUAL RANGE

Vorobets Tat'yana Alekseevna, Ph. D. in Philology
Gerdt Elena Valer'evna, Ph. D. in Philology
Siberian State Automobile and Highway Academy in Omsk
lena_gerdt@mail.ru

The article is devoted to peculiarities of interaction of the text of a postcard-poster and its visual range. History of the genre of open letter in Europe and Russia is examined. Examples of interaction of texts of various postcards and their visual range and creation of comic effect on this basis are given. Language techniques used by their authors are identified in the course of the analysis of the texts of postcards-posters.

Key words and phrases: open letter; postcard-poster; oxymoron; giving literal character; comment; visual range.

УДК 531/534
Физико-математические науки

В работе доказано, что на поверхности текучести в пространстве напряжений коэффициент Пуассона становится равным 0,5, но, с развитием пластических деформаций, снова уменьшается. Получено новое, более точное условие пластической несжимаемости. Доказано, что при появлении пластических деформаций скорость распространения продольных упругих волн в бесконечной среде бесконечно увеличивается, что дает возможность передавать информацию с очень большой скоростью.

Ключевые слова и фразы: коэффициент Пуассона; пластические деформации; напряжение; условие пластической несжимаемости; упругие волны; скорость.

Гулгезли Алескер Самед оглы, к. ф.-м. н., доцент
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку
alesker.gulgezli@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН

Известно, что относительное объёмное изменение при бесконечно малых деформациях выражается через компоненты тензора деформации следующим образом [1, с. 56]:

$$\theta = \varepsilon_{ij} \cdot g_{ij}, \tag{1}$$

где θ – относительное объёмное изменение, ε_{ij} и g_{ij} – соответственно компоненты тензора деформаций и метрического тензора. В равенстве (1) по повторяющимся индексам *i, j* идет суммирование от 1 до 3.

При развитых пластических деформациях пользоваться формулой (1) нельзя и следует пользоваться более точной формулой, которая с учетом геометрической нелинейности имеет вид [4, с. 75]:

$$\theta = \sqrt{1 + 2E_1 + 4E_2 + 8E_3} - 1, \tag{2}$$

где E_1, E_2, E_3 – соответственно первый, второй и третий инварианты тензора деформации. Предположим, что компоненты полной деформации складываются из компонент упругой и пластической деформаций, т.е.

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^e + \varepsilon_{ij}^p, \tag{3}$$

где ε_{ij}^e и ε_{ij}^p – соответственно компоненты эластических и пластических деформаций. После снятия внешних воздействий упругие составляющие деформации исчезают, остаются только пластические составляющие. Тогда формула (2) принимает вид:

$$\theta^p = \sqrt{1 + 2E_1^p + 4E_2^p + 8E_3^p} - 1, \tag{4}$$

где верхний индекс p означает пластическую составляющую.

Рассмотрим одноосное растяжение. Тогда

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\vartheta\, \varepsilon_1, \tag{5}$$

где ϑ – коэффициент Пуассона, $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – главные удлинения при одноосном растяжении. С учетом (5) для инвариантов тензора деформаций при одноосном растяжении получаем:

$$\begin{cases} E_1^p = \varepsilon_1^p + \varepsilon_2^p + \varepsilon_3^p = (1-2\nu)\varepsilon^{p^2} \\ 2E_2^p = 2\left(\varepsilon_1^p\varepsilon_2^p + \varepsilon_1^p\varepsilon_3^p + \varepsilon_2^p\varepsilon_3^p\right) = 2\nu(\nu-2)\varepsilon_1^{p^2} \\ 4E_3^p = 4\varepsilon_1^p\varepsilon_2^p\varepsilon_3^p = 4\nu^2\varepsilon_1^{p^3} \end{cases}. \tag{6}$$

Подставляя (5) и (6) в (4), получаем:

$$\theta^p = \sqrt{1+2\varepsilon_1^p}\left(1-2\nu\varepsilon_1^p\right) - 1. \tag{7}$$

Известно, что для большинства материалов относительное объемное изменение – упругое [3, с. 54], пластическое объемное изменение всегда равняется нулю, т.е. $\theta^p = 0$. Тогда, приравняв нулю правую сторону равенства (7), имеем:

$$\nu = \frac{1}{2\varepsilon_1^p}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+2\varepsilon_1^p}}\right). \tag{8}$$

Проведем следующий численный эксперимент. Задавая значения ε_1^p, по (6) и (8) вычислим E_1^p, $2E_2^p$, $4E_3^p$ и ν.

Из приведенной Таблицы 1 следует, что если материал пластически несжимаем, то для одноосного растяжения утверждение о том, что $2E_2^p << E_1^p$ не верно, причем $E_1^p \approx -2E_2^p$, $2E_3^p << E_2^p$ и $\lim\limits_{\varepsilon_1^p \to 0} \nu\left(\varepsilon_1^p\right) = 0{,}5$. Следовательно, при одноосном растяжении вместо условия $\theta^p = 0$ следует взять не $E_1^p = 0$, а

$$E_1^p + 2E_2^p = 0. \tag{9}$$

Таблица 1

ε_1^p	E_1^p	$2E_2^p$	$4E_3^p$	ν
10^{-4}	$1{,}49\cdot10^{-8}$	$-1{,}49\cdot10^{-8}$	10^{-12}	0,49993
10^{-3}	$1{,}5\cdot10^{-6}$	$-1{,}5\cdot10^{-6}$	10^{-9}	0,49925
$2\cdot10^{-3}$	$6\cdot10^{-6}$	$-6\cdot10^{-6}$	$8\cdot10^{-9}$	0,49850
$4\cdot10^{-3}$	$2{,}4\cdot10^{-5}$	$-2{,}4\cdot10^{-5}$	$6{,}4\cdot10^{-8}$	0,49702
$6\cdot10^{-3}$	$5{,}4\cdot10^{-5}$	$-5{,}4\cdot10^{-5}$	$2{,}2\cdot10^{-7}$	0,49554
$8\cdot10^{-3}$	$9{,}5\cdot10^{-5}$	$-9{,}5\cdot10^{-5}$	$5{,}12\cdot10^{-7}$	0,49408
10^{-2}	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$-1{,}5\cdot10^{-4}$	10^{-6}	0,49262
10^{-1}	$1{,}29\cdot10^{-2}$	$-1{,}36\cdot10^{-2}$	$7{,}7\cdot10^{-4}$	0,43565

Следует отметить, что величины E_1^p и $2E_2^p$ становятся соизмеримыми за счет того, что коэффициент Пуассона на начальной поверхности текучести стремится к 0,5, а затем, с увеличением пластической деформации, уменьшается.

Теперь рассмотрим пространственный случай напряженного состояния для пластически несжимаемых материалов. В главных осях деформации из (2) и условия несжимаемости имеем:

$$\varepsilon_1^p+\varepsilon_2^p+\varepsilon_3^p+2\left(\varepsilon_1^p\varepsilon_2^p+\varepsilon_1^p\varepsilon_3^p+\varepsilon_2^p\varepsilon_3^p\right)+4\varepsilon_1^p\varepsilon_2^p\varepsilon_3^p=0\,.$$

Отсюда

$$\varepsilon^p=-\frac{\varepsilon_2^p+\varepsilon_3^p+2\varepsilon_2^p\varepsilon_3^p}{1+2\left(\varepsilon_2^p+\varepsilon_3^p+2\varepsilon_2^p\varepsilon_3^p\right)}\,. \tag{10}$$

Предположим, что $\left|\varepsilon_3^p\right|\le\left|\varepsilon_2^p\right|$ или $\varepsilon_3^p=a\varepsilon_2^p$, где $-1\le a\le 1$.

Рассмотрим следующие случаи:

а) $a=1$, т.е. $\varepsilon_3^p=\varepsilon_2^p$; тогда

$$E_1^p=\frac{2\varepsilon_2^{p^2}\left(3+4\varepsilon_2^p\right)}{1+4\varepsilon_2^p\left(1+\varepsilon_2^p\right)}\,;\; 2E_2^p=-\frac{2\varepsilon_2^{p^2}\left(3-4\varepsilon_2^p\right)}{1+4\varepsilon_2^p\left(1+\varepsilon_2^p\right)}\,. \tag{11}$$

Для малых деформаций, т.е. когда $\varepsilon_2^p<<1$, из (11) получим

$$E_1^p=\frac{6\varepsilon_2^{p^2}}{1+4\varepsilon_2^p}\,;\; 2E_2^p\approx-\frac{6\varepsilon_2^{p^2}}{1+4\varepsilon_2^p}\,;\text{ т.е. } E_1^p+2E_2^p=0\,.$$

б) $a=-1$; т.е. $\varepsilon_3^p=-\varepsilon_2^p$; тогда

$$E_1^p=\frac{2\varepsilon_2^{p^2}}{1-4\varepsilon_2^{p^2}};\qquad 2E_2^p=-2\varepsilon_2^{p^2}\,. \tag{12}$$

Для $\varepsilon_2^p<<1$ из (12) имеем:

$$E_1^p\approx 2\varepsilon_2^{p^2}\,;\; 2E_2^p=-2\varepsilon_2^{p^2}\,;\text{ т.е. } E_1^p+2E_2^p=0\,.$$

в) $a=0$; тогда $\varepsilon_3^p=0$, и из (10)

$$\varepsilon_1^p=-\frac{\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p}\,;$$

$$E_1^p=-\frac{\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p}+\varepsilon_2^p=\frac{-\varepsilon_2^p+\varepsilon_2^p+2\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p}=2\cdot\frac{\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p}\,;$$

$$2E_2^p=-2\cdot\frac{\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p}\cdot\varepsilon_2^p=-2\cdot\frac{\varepsilon_2^{p^2}}{1+2\varepsilon_2^p}\,.$$

И в этом случае условие (9) выполняется точно.

г) $a<1$; $a\ne 0$; тогда из (10)

$$\varepsilon_1^p=\frac{\varepsilon_2^p+a\varepsilon_2^p+2a\varepsilon_2^p}{1+2\left(\varepsilon_2^p+a\varepsilon_2^p+2a\varepsilon_2^p\right)}=-\varepsilon_2^p\,\frac{1+a+2a\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}\,;$$

$$E_1^p=-\varepsilon_2^p\,\frac{1+a+2a\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}+\varepsilon_2^p+a\varepsilon_2^p=$$

$$=2\varepsilon_2^2\,\frac{a+a^2+1+2\varepsilon_2 a\left(1+a\right)}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}\,; \tag{13}$$

$$2E_2^p=-2\varepsilon_2^{p^2}\,\frac{1+a+2a\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}-2a\varepsilon_2^{p^2}\,\frac{1+a+2a\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}+$$

$$+2a\varepsilon_2^{p^2}=-2\varepsilon_2^{p^2}\,\frac{a+1+a^2-4a^2\varepsilon_2^p}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)}\,. \tag{14}$$

Если считать, что $\varepsilon_2^p << 1$, тем более, что $a < 1$, то из (13) и (14) получим

$$\begin{cases} E_1^p \approx 2\varepsilon_2^{p^2} \dfrac{a+1+a^2}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)} \\ 2E_2^p \approx -2\varepsilon_2^{p^2} \dfrac{a+1+a^2}{1+2\varepsilon_2^p\left(1+a+2a\varepsilon_2^p\right)} \end{cases}. \quad (15)$$

Из (15) следует, что и в других случаях для малой деформации выполняется условие (9).

Таким образом: 1) для любого напряженно-деформированного состояния условие пластической несжимаемости имеет вид (9); 2) в пространстве напряжений, когда конец пути нагружения находится на поверхности текучести, коэффициент Пуассона равняется 0,5, за пределами поверхности текучести он вновь уменьшается.

Известно, что скорость распространения продольных волн в бесконечно упругой среде вычисляется по формуле [2, с. 96]:

$$a = \sqrt{\frac{E(1-\vartheta)}{\rho(1+\vartheta)(1-2\vartheta)}}. \quad (16)$$

В формуле (16) a – скорость распространения продольных волн; E – модуль Юнга среды; ρ – плотность; ϑ – коэффициент Пуассона. Как видно из формулы (16), в знаменателе дроби фигурирует выражение $1-2\vartheta$. Если в среде имеют место бесконечно малые пластические деформации, то, как видно из формулы (9), коэффициент Пуассона стремится к 0,5. Тогда $1-2\vartheta$ стремится к нулю, а когда знаменатель дроби стремится к нулю, сама дробь стремится к бесконечности. Таким образом, создавая в среде, где распространяются продольные волны, бесконечно малые пластические деформации, можно увеличить скорость распространения продольных волн. Следовательно, можно передавать информацию в такой среде с очень большой скоростью.

Основные результаты

1. Более точным условием пластической несжимаемости является условие

$$E_1^p + 2E_2^p = 0.$$

До сих пор считалось, что условие пластической несжимаемости имеет вид $E_1^p = 0$.

2. В пространстве напряжений, когда конец пути нагружения находится на поверхности текучести, коэффициент Пуассона равняется 0,5, за пределами поверхности текучести он вновь уменьшается.

3. Если создавать в среде, где распространяются продольные волны, бесконечно малые пластические деформации, то можно сильно увеличить скорость распространения продольных волн. Следовательно, в такой среде можно передавать информацию с очень большой скоростью.

Список литературы

1. **Амензаде Ю. А.** Теория упругости. М.: Высшая школа, 1976. 272 с.
2. **Баклашов И. В., Картозия Б. А.** Механика горных пород. М.: Недра, 1990. 252 с.
3. **Качанов Л. М.** Основы теории пластичности. М.: Наука, 1969. 420 с.
4. **Седов Л. И.** Механика сплошной среды. М.: Наука, 1970. Т. 1. 492 с.

INFLUENCE OF PLASTIC DEFORMATION ON SPREAD RATE OF LONGITUDINAL WAVES

Gulgezli Alesker Samed ogly, Ph. D. in Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor
Azerbaijan State Oil and Industrial University in Baku
alesker.gulgezli@mail.ru

In the article it is proved that Poisson's ratio becomes equal to 0.5 on yield surface in stress space, but with development of plastic deformations it decreases again. A new, more accurate condition of plastic incompressibility is obtained. It is proved that with appearance of plastic deformations spread rate of longitudinal elastic waves in infinite medium increases infinitely, which makes it possible to transmit information at a very high speed.

Key words and phrases: Poisson's ratio; plastic deformations; voltage; plastic incompressibility condition; elastic waves; speed.