

Спиридонова Н. А.

**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ КРУГОВОЙ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2008/12/50.html](http://www.gramota.net/materials/1/2008/12/50.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по данному вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2008. № 12 (19). С. 158-161. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2008/12/](http://www.gramota.net/materials/1/2008/12/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

## ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЛИНИИ КРУГОВОЙ КОНИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Спиридонова Н. А.

*Тюменский государственный архитектурно-строительный университет*

В статье приведено решение задачи аналитического представления геодезических линий кругового конуса, а так же результаты исследования изменения сдвигающего и нормального усилий вдоль геодезических линий разного наклона к параллели на круговой конической оболочке. Графические изображения получены при помощи математического пакета Maple.

Вопрос изучения геодезических линий представляет собой интересную математическую задачу, которая имеет кроме теоретического, большое практическое значение. Известно, что траектории трещин совпадают с обобщенными геодезическими линиями поверхности, что естественно наводит на мысль, что напряжения вдоль геодезических являются большими по сравнению, например, с напряжениями вдоль линий кривизны.

При определении геодезических линий кругового конуса можно использовать стандартную параметризацию. Запишем уравнение геодезической в случае ортогональной системы координат согласно [1]:

$$\begin{aligned} \frac{d^2u}{dv^2} + \frac{\partial_v E}{2G} \cdot \left(\frac{du}{dv}\right)^3 + \left(\frac{\partial_u E}{2E} - \frac{\partial_u G}{G}\right) \cdot \left(\frac{du}{dv}\right)^2 \\ + \left(\frac{\partial_v E}{E} - \frac{\partial_v G}{2G}\right) \cdot \frac{du}{dv} - \frac{\partial_u G}{2E} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

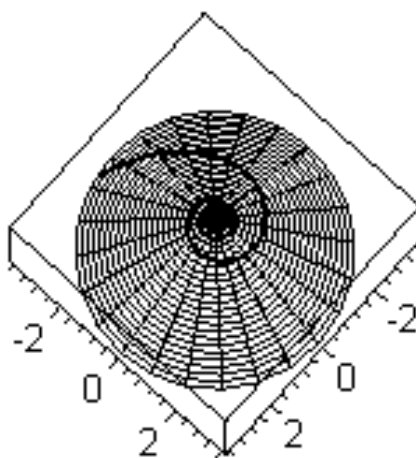
где  $E, F, G$  - коэффициенты первой квадратичной формы, а  $u, v$  ортогональная система координат на поверхности.

Получим следующее дифференциальное уравнение геодезической линии кругового конуса

$$\frac{d^2r}{d\phi^2} - \frac{2}{r} \cdot \left(\frac{dr}{d\phi}\right)^2 - r \cdot \sin^2 \gamma_0 = 0$$

где  $r, \phi$  - криволинейные координаты точки на поверхности,  $\gamma_0$  - угол конусности.

Ниже приведено графическое представление геодезической линии кругового конуса.



**Рис. 1.** Вид геодезической линии кругового конуса

Рассмотрим круговую коническую оболочку, имеющую шарнирно опертый неподвижный край по линии  $r = const$ . Состояние безмоментное. Воспользуемся уравнением равновесия круговой конической оболочки с учетом равенства нулю перерезывающих усилий и моментов и запишем его согласно [2] в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial(N_r \cdot r)}{\partial r} - N_\phi + \frac{\partial S}{\partial \phi_1} + r \cdot p_1 = 0, \\ \frac{\partial N_\phi}{\partial \phi_1} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial(r^2 \cdot S)}{\partial r} + r \cdot p_2 = 0, \\ -\frac{1}{\operatorname{tg}(\gamma_0)} N_\phi + r \cdot p_3 = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где  $S$  - сдвигающее усилие,  $N_r$  - нормальное усилие на грани  $r = \text{const}$ ,  $N_\phi$  - нормальное усилие на грани  $\phi = \text{const}$ .

Разложим внешнюю нагрузку по следующему закону:

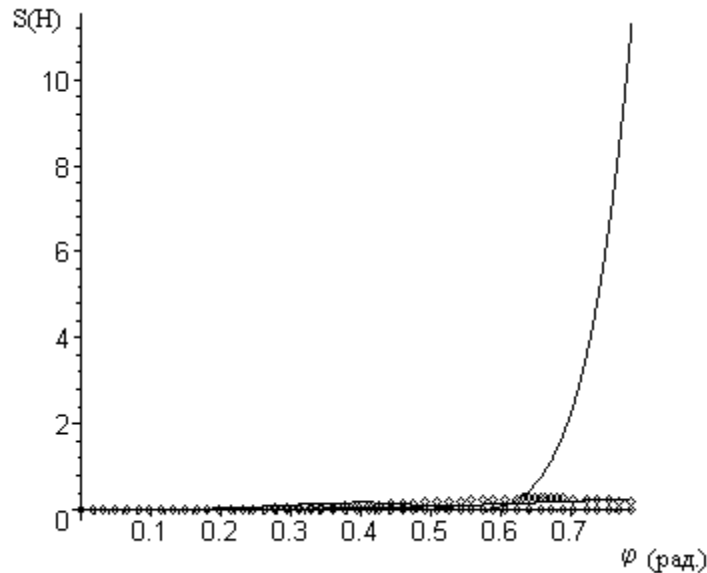
$$p_1 = \sum_{n=0}^{\infty} p_{1n} \cdot \cos(n\phi), \quad p_2 = \sum_{n=0}^{\infty} p_{2n} \cdot \sin(n\phi), \quad p_3 = \sum_{n=0}^{\infty} p_{3n} \cdot \cos(n\phi),$$

причем будем полагать, что:

$p_{1n} = p_{2n} = p_{3n} = \ln(r)$ . В дальнейшем не будем записывать знак суммы и рассмотрим только лишь один член ряда. Полученные результаты от разных членов ряда будем суммировать в конце расчета.

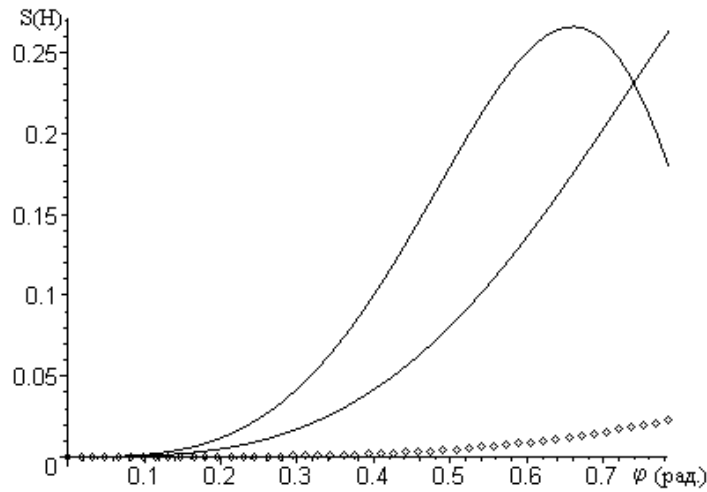
Проинтегрируем уравнения (2) вдоль геодезических линий изменяя угол наклона геодезических к параллели. Значения углов примем следующие:  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ .

Для сдвигающего усилия получим следующие результаты, представленные графически с помощью математического пакета Maple [3] на Рисунке 2.



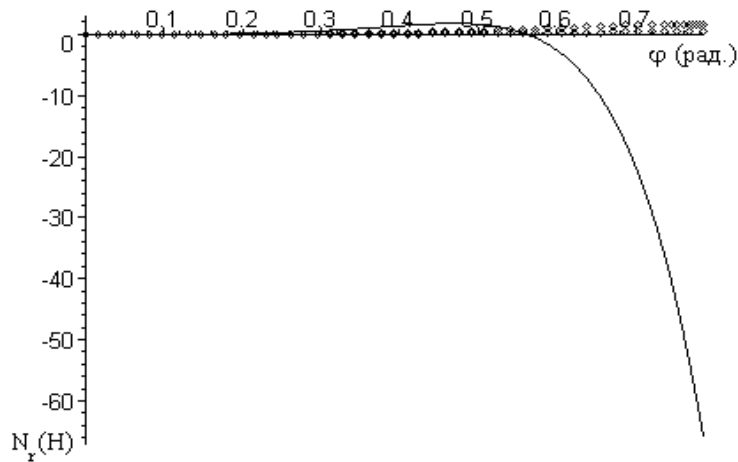
**Рис. 2.** График сдвигающего усилия в зависимости от угла наклона геодезической к параллели

На графике усилие, возрастающее быстрее всех, соответствует углу наклона  $60^\circ$  геодезической к параллели. На Рисунке 3 приведены графики усилия при углах наклона  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $0^\circ$  соответственно сверху вниз. Таким образом, величина сдвигающего усилия  $S$  возрастает с возрастанием угла наклона геодезической линии к параллели и достигает своего наибольшего значения при  $60^\circ$ .



**Рис. 3.** График сдвигающего усилия в зависимости от угла наклона геодезической к параллели

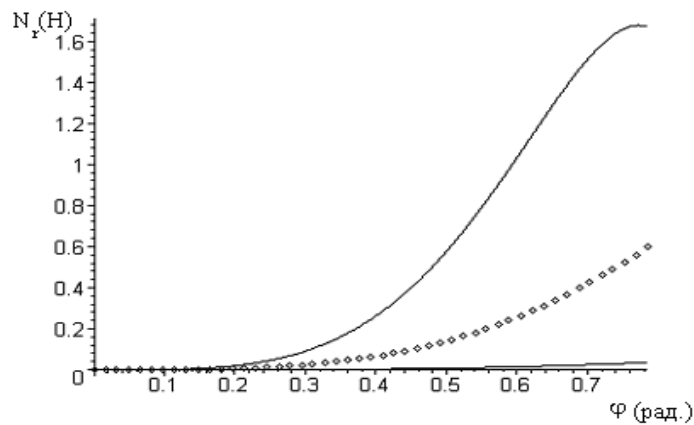
Для нормального усилия получим следующие результаты, представленные графически на Рис. 4.



**Рис. 4.** График нормального усилия на грани  $r = const$  в зависимости от угла наклона геодезической к параллели

На графике, нормальное усилие, изображенное сплошной линией соответствует углу наклона  $60^\circ$  геодезической к параллели.

На Рисунке 5 показаны графики нормального усилия на грани  $r = const$  для углов наклона  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $0^\circ$  соответственно сверху вниз.



**Рис. 5.** График нормального усилия на грани  $r = const$  в зависимости от угла наклона геодезической к параллели

Основываясь на вышеизложенном, можно сделать следующие выводы.

Сдвигающее и нормальное усилие вдоль геодезических линий с различным углом наклона к параллели имеют различные значения.

Величина усилий возрастает с ростом угла и достигает своей максимальной величины при угле наклона равном  $60^{\circ}$  (для исследованных значений).

Таким образом, располагая подкрепляющие ребра вдоль геодезической линии, можно добиться большей устойчивости конструкции.

#### Список использованной литературы

1. Белько И. В., Ведерников В. И., Воднев В. Т., Гусак А. А. и др. Сборник задач по дифференциальной геометрии. - М.: Наука, 1979. - 272 с.
2. Колкунов Н. В. Основы расчета упругих оболочек. - М.: Высшая школа, 1972. - 296 с.
3. Аладьев В. З., Богдьявичус М. А. Maple 6: решение математических, статистических и физико-технических задач. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. - 824 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЛЕЮЩЕГО И ДУГОВОГО РАЗРЯДА

Степанов А. П.

Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета

Появление новых областей приложения газового разряда, таких, как лазеры, плазмохимия, термоэмиссионные преобразователи, плазменные технологии поверхностей, нанотехнологии и др., стимулирует интерес к классическим типам разрядов, возможности приложения которых, как свидетельствует практика, постоянно расширяются. В статье проводится общий сравнительный анализ тлеющего и дугового разрядов.

Как тлеющий, так и дуговой разряд являются самоподдерживающимися разрядами в газах [Ховатсон 1980: 1], т.е. такими, которые не зависят от внешних ионизаторов и занимают соответственно область  $CE$  и область больших токов, находящуюся за точкой  $H$  вольт-амперной характеристики, приведенной на Рис. 1.

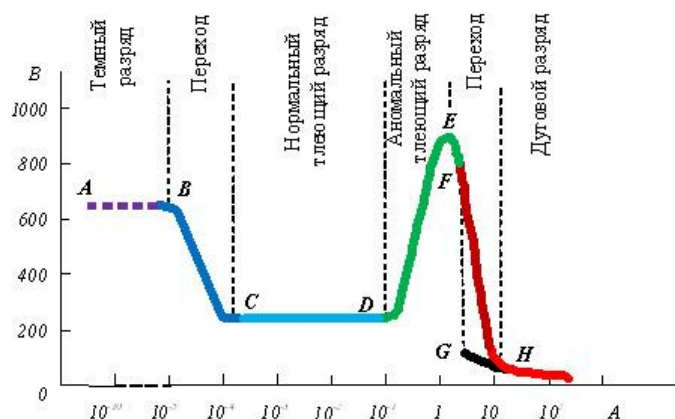


Рис. 1. Статическая вольт-амперная характеристика разряда низкого давления (порядка 1 мм. рт. ст.)

Тлеющий разряд (ТР) - это газовый разряд типичный при давлении  $\sim 0,1 - 10$  Тор, холодных электродах, при напряжении между электродами порядка нескольких сот вольт. ТР - слаботочный, его разрядный ток  $I_p$  от  $10^{-6}$  до 1 А. Характерные плотности тока на катоде в "нормальном" ТР  $\sim 10$  мА/см<sup>2</sup>.

Схематическое изображение внешнего вида ТР приведено на Рис. 2. Буквами на рисунке обозначены области с различными свойствами и характером свечения. Непосредственно к катоду прилегает тонкий светящийся слой (первое катодное свечение). Область  $ab$  представляет собой область катодного падения напряжения, или темное катодное пространство (область большого положительного объемного заряда);  $bc$  - область отрицательного свечения, возникающая вследствие соударений с электронами, ускоренными в области катодного падения напряжения;  $cd$  - фарадеево темное пространство, где электроны, потерявшие значительную часть своей энергии в области  $bc$  движутся слишком медленно, чтобы вызвать заметное возбуждение;  $de$  - положительный столб (плазменная область, в которой концентрации электронов и положительных ионов примерно равны). В некоторых случаях этот столб распадается на ряд слоев, или страт. Область от точки  $e$  до анода является анодной областью ТР.