

ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

УДК 539.3

А. М. Саргсян

Контактная задача о взаимодействии двух абсолютно жестких при растяжении и гибких при изгибе накладок с тонким круговым сектором. Часть II

(Представлено академиком Л. А. Агаловяном 24/VI 2019)

Ключевые слова: упругий сектор, абсолютно жесткие при растяжении и гибкие при изгибе накладки, особенность напряжений, коэффициенты при особенности

1. Введение. Изучение упругого равновесия конечных тел с угловыми точками на контуре имеет важное теоретическое и практическое значение и тесно связано с проблемой обеспечения необходимой прочности упругих тел. Упругое равновесие кругового сектора, когда на дуговой части контура заданы нормальные и касательные напряжения, а радиальные стороны усилены стрингерами, рассмотрено в [1]. Здесь рассматривается случай, когда на дуговой части контура заданы перемещения.

2. Постановка и решение задачи. Пусть радиальные стороны тонкого упругого кругового сектора усилены абсолютно жесткими при растяжении и гибкими при изгибе накладками, нагруженными растягивающими силами P_0 и P_α . На дуговой части контура заданы перемещения (рис.1).

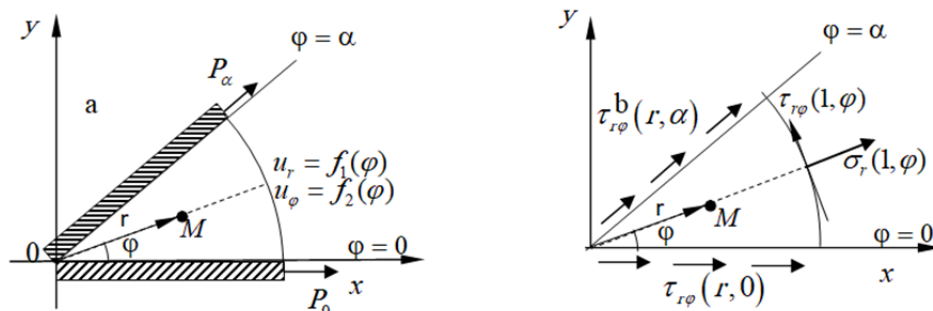


Рис. 1. Диаграмма усиления кругового сектора двумя накладками (а) и напряжения, возникающие на контуре сектора (b).

В полярной системе координат упругое состояние кругового сектора определяется решением бигармонического уравнения для функции напряжения Эри [2]

$$\Delta\Delta\Phi(r, \varphi) = 0 \quad (1)$$

при следующих граничных условиях на контуре сектора:

$$u_r(r, 0) = \sigma_\varphi(r, 0) = 0, \quad (2)$$

$$u_r(r, \alpha) = \sigma_\varphi(r, \alpha) = 0, \quad (3)$$

$$u_r(1, \varphi) = f_1(\varphi), \quad u_\varphi(1, \varphi) = f_2(\varphi), \quad (4)$$

где $f_1(\varphi)$ и $f_2(\varphi)$ – функции из класса Дирихле [3], $f_1(0) = f_1(\alpha) = 0$.

Граничные условия (2) или (3) связаны с вопросами передачи нагрузок от тонкостенных элементов в виде стрингеров к упругим основаниям [4, 5]. Из условия равновесия накладок следует, что

$$\int_0^1 \tau_{r\varphi}(r, 0) dr = P_0, \quad \int_0^1 \tau_{r\varphi}(r, \alpha) dr = P_\alpha,$$

а из моментного условия равновесия сектора

$$\int_0^\alpha \tau_{r\varphi}(1, \varphi) d\varphi = 0.$$

Представляя решение бигармонического уравнения (1) в хорошо известном виде [2]

$$\Phi(r, \varphi) = r^{\lambda+1} [A \sin(\lambda+1)\varphi + B \cos(\lambda+1)\varphi + C \sin(\lambda-1)\varphi + D \cos(\lambda-1)\varphi],$$

для напряжения и перемещения будем иметь

$$\sigma_\varphi = \lambda \lambda^+ r^{\lambda-1} [A S_\varphi^+ + B C_\varphi^+ + C S_\varphi^- + D C_\varphi^-], \quad \tau_{r\varphi} = -\lambda r^{\lambda-1} [A \lambda^+ C_\varphi^+ - B \lambda^+ S_\varphi^+ + C \lambda^- C_\varphi^- - D \lambda^- S_\varphi^-],$$

$$\sigma_r = -r^{\lambda-1} [A \lambda \lambda^+ S_\varphi^+ + B \lambda \lambda^+ C_\varphi^+ + C(3-\lambda) \lambda S_\varphi^- + D(3-\lambda) \lambda C_\varphi^-], \quad (5)$$

$$Eu_r = r^\lambda [-A \lambda^+ \nu^+ S_\varphi^+ - B \lambda^+ \nu^+ C_\varphi^+ + C(4-\lambda^+ \nu^+) S_\varphi^- + D(4-\lambda^+ \nu^+) C_\varphi^-] + E(a \sin \varphi + b \cos \varphi),$$

$$Eu_\varphi = r^\lambda [-A \lambda^+ \nu^+ C_\varphi^+ + B \lambda^+ \nu^+ S_\varphi^+ - C(4+\lambda^- \nu^+) C_\varphi^- + D(4+\lambda^- \nu^+) S_\varphi^-] + E(-a \cos \varphi + b \sin \varphi + cr),$$

где A, B, C, D, λ – произвольные постоянные; a, b, c – постоянные, определяющие перемещения упругого тела как жесткого целого, $\lambda^\pm = \lambda \pm 1$,

$\nu^+ = 1 + \nu$, $S_\varphi^\pm = \sin(\lambda \pm 1)\varphi$, $C_\varphi^\pm = \cos(\lambda \pm 1)\varphi$. Как следует из (5), напряжения при $0 < \operatorname{Re} \lambda < 1$ будут обладать у вершины сектора сингулярностью порядка $1 - \operatorname{Re} \lambda$.

Удовлетворяя на радиальных сторонах сектора условиям (2) и (3), для определения произвольных постоянных A, B, C, D получим систему уравнений

$$\lambda \lambda^+ (B + D) = 0, \quad r^\lambda [-\lambda^+ \nu^+ B + (4 - \lambda^+ \nu^+) D] = -Eb, \quad \lambda \lambda^+ (A S_\alpha^+ + B C_\alpha^+ + C S_\alpha^- + D C_\alpha^-) = 0,$$

$$r^\lambda [-\lambda^+ \nu^+ S_\alpha^+ A - \lambda^+ \nu^+ C_\alpha^+ B + (4 - \lambda^+ \nu^+) (S_\alpha^- C + C_\alpha^- D)] = -E(a \sin \alpha + b \cos \alpha). \quad (6)$$

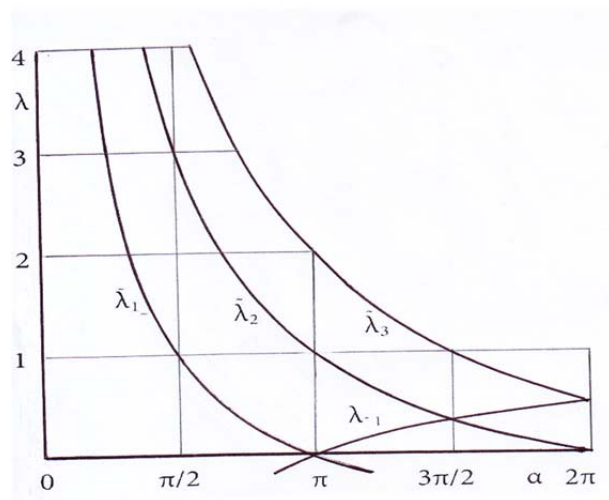


Рис. 2. График корней λ_k и $\tilde{\lambda}_n$, дающих бесконечные напряжения в угловой точке кругового сектора.

Если принять, что к вершине сектора не приложена сосредоточенная нагрузка, решение системы (6) даст $B=D=a=b=0$ и уравнение $\sin(\lambda+1)\alpha \cdot \sin(\lambda-1)\alpha = 0$, корни которого действительные и простые:

$$\lambda_k = \alpha_0 k + 1, \quad \tilde{\lambda}_n = \alpha_0 n - 1, \quad \alpha_0 = \pi/\alpha \quad (k, n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots). \quad (7)$$

На рис. 2 приведены графики корней λ_k и $\tilde{\lambda}_n$, дающие при определенных α бесконечные напряжения. Пересечения графиков λ_k и $\tilde{\lambda}_n$ с линией $\lambda=1$ определяют предельные углы раствора сектора, больше которых напряжения имеют особенность.

Требование конечности энергии упругой деформации в малой окрестности угловой точки сектора накладывает на корни (7) условия $\lambda_k > 0$, $\tilde{\lambda}_n > 0$, которые ограничивают область изменения параметров k и n , а именно:

- I) при $0 < \alpha < 2\pi$ имеем $k = 0, 1, 2, \dots$, $n = 2, 3, 4, \dots$,
- II) при $0 < \alpha < \pi$ имеем $k = 0, 1, 2, \dots$, $n = 1, 2, 3, \dots$,
- III) при $\pi < \alpha < 2\pi$ имеем $k = -1, 0, 1, \dots$, $n = 2, 3, 4, \dots$,
- IV) при $\alpha = 2\pi$ имеем $k = -1, 0, 1, \dots$, $n = 3, 4, 5, \dots$

С учетом того, что функции вида $\Phi_{kn}(r, \varphi) = C_k r^{\lambda_k+1} \sin(\lambda_k-1)\varphi + A_n r^{\tilde{\lambda}_n+1} \sin(\tilde{\lambda}_n+1)\varphi$ удовлетворяют уравнению (1) и граничным условиям

(2) и (3) на радиальных сторонах сектора, функции напряжения Эри для первых трех случаев принимают вид

$$\begin{aligned} \begin{Bmatrix} \Phi_I \\ \Phi_{II} \\ \Phi_{III} \end{Bmatrix} &= C_{-1} \sin(\lambda_{-1} - 1)\varphi \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix} r^{\lambda_{-1}+1} + C_1 \sin(\lambda_1 - 1)\varphi \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{Bmatrix} r^{\lambda_1+1} + \\ &+ \begin{Bmatrix} a=2 \\ a=1 \\ a=2 \end{Bmatrix} \sum_{k=a}^{\infty} [C_k r^{\lambda_k+1} + A_k r^{\tilde{\lambda}_k+1}] \sin(\lambda_k - 1)\varphi. \end{aligned} \quad (8)$$

Случай IV) рассмотрим отдельно.

С помощью (5) и (8) напряжения и перемещения для случая III) примут вид

$$\begin{aligned} \text{III)} \quad \begin{Bmatrix} \sigma_\varphi \\ \tau_{r\varphi} \\ \sigma_r \end{Bmatrix} &= C_{-1} (1 - \alpha_0) \begin{Bmatrix} (2 - \alpha_0) \sin \alpha_0 \varphi \\ -\alpha_0 \cos \alpha_0 \varphi \\ (2 + \alpha_0) \sin \alpha_0 \varphi \end{Bmatrix} r^{-\alpha_0} + C_1 (1 + \alpha_0) \begin{Bmatrix} (2 + \alpha_0) \sin \alpha_0 \varphi \\ -\alpha_0 \cos \alpha_0 \varphi \\ (2 - \alpha_0) \sin \alpha_0 \varphi \end{Bmatrix} r^{\alpha_0} + \\ &+ \sum_{k=2}^{\infty} \left[C_k \lambda_k \begin{Bmatrix} (\lambda_k + 1) \\ (\lambda_k - 1) \\ (3 - \lambda_k) \end{Bmatrix} r^{\alpha_0 k} + A_k (\lambda_k - 1)(\lambda_k - 2) \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{Bmatrix} r^{\alpha_0 k - 2} \right] \begin{Bmatrix} \sin \alpha_0 k \varphi \\ -\cos \alpha_0 k \varphi \\ \sin \alpha_0 k \varphi \end{Bmatrix}, \quad (9) \\ E \begin{Bmatrix} u_r \\ u_\varphi \end{Bmatrix} &= -C_{-1} \begin{Bmatrix} (\lambda_1^+ \nu^+ - 4\nu) \sin \alpha_0 \varphi \\ -(\lambda_1^- \nu^+ - 4) \cos \alpha_0 \varphi \end{Bmatrix} r^{1-\alpha_0} - C_1 \begin{Bmatrix} (\lambda_1^+ \nu^+ - 4) \sin \alpha_0 \varphi \\ (\lambda_1^- \nu^+ + 4) \cos \alpha_0 \varphi \end{Bmatrix} r^{1+\alpha_0} - \\ &- \sum_{k=2}^{\infty} \left[\begin{Bmatrix} C_k (\lambda_k^+ \nu^+ - 4) r^{\lambda_k} + A_k \lambda_k^- \nu^+ r^{\tilde{\lambda}_k} \\ C_k (\lambda_k^- \nu^+ + 4) r^{\lambda_k} + A_k \lambda_k^- \nu^+ r^{\tilde{\lambda}_k} \end{Bmatrix} \right] \begin{Bmatrix} \sin \alpha_0 k \varphi \\ \cos \alpha_0 k \varphi \end{Bmatrix} + E \begin{Bmatrix} 0 \\ c \end{Bmatrix}. \end{aligned}$$

В первом случае отсутствуют первые слагаемые в правой части формулы (9), а во втором – первые и вторые слагаемые ($k = 1, 2, 3, \dots$).

Неизвестные постоянные C_k и A_k определяются удовлетворением граничным условиям (4) на дуговой части контура. Для третьего случая получим систему уравнений

$$\begin{aligned} \text{III)} \quad &-C_{-1} (\lambda_1^+ \nu^+ - 4\nu) \sin \alpha_0 \varphi - C_1 (\lambda_1^+ \nu^+ - 4) \sin \alpha_0 \varphi - \\ &- \sum_{k=2}^{\infty} [C_k (\lambda_k^+ \nu^+ - 4) + A_k \lambda_k^- \nu^+] \sin \alpha_0 k \varphi = E f_1(\varphi), \\ &-C_{-1} (\lambda_1^- \nu^+ - 4) \cos \alpha_0 \varphi - C_1 (\lambda_1^- \nu^+ + 4) \cos \alpha_0 \varphi - \\ &- \sum_{k=1}^{\infty} [C_k (\lambda_k^- \nu^+ + 4) + A_k \lambda_k^- \nu^+] \cos \alpha_0 k \varphi = E f_2(\varphi) - Ec. \end{aligned} \quad (10)$$

В случае I) отсутствуют первые слагаемые в левой части формулы (10), а в случае II) – первые и вторые слагаемые.

Для решения системы уравнения (10) поступим так же, как в работе [1]. В итоге для всех трех случаев получим

$$\begin{aligned} \text{I)} \quad C_1 &= -\frac{2}{\alpha} \frac{E \tilde{f}_{11}}{\lambda_1^+ v^+ - 4} = -\frac{2}{\alpha} \frac{E \tilde{f}_{21}}{\lambda_1^- v^+ + 4}, \\ C_k &= -\frac{E (\tilde{f}_{1k} - \tilde{f}_{2k}) \lambda_k^- v^+}{\alpha v^+ (v^+ - 4) \lambda_k^-}, \quad A_k = \frac{E \tilde{f}_{1k} (\lambda_k^- v^+ + 4) - \tilde{f}_{2k} (\lambda_k^+ v^+ - 4)}{\alpha v^+ (v^+ - 4) \lambda_k^-}, \\ \tilde{f}_{1k} &= \int_0^\alpha f_1(\varphi) \sin \alpha_0 k \varphi d\varphi, \quad \tilde{f}_{2k} = \int_0^\alpha f_2(\varphi) \cos \alpha_0 k \varphi d\varphi, \quad (k = 2, 3, 4, \dots). \end{aligned} \quad (11)$$

В данном случае между первыми коэффициентами Фурье функций $f_1(\varphi)$ и $f_2(\varphi)$ имеет место соотношение

$$\begin{aligned} \tilde{f}_{11} (\lambda_1^- v^+ + 4) - \tilde{f}_{21} (\lambda_1^+ v^+ - 4) &= 0, \\ \tilde{f}_{11} &= \int_0^\alpha f_1(\varphi) \sin \alpha_0 \varphi d\varphi, \quad \tilde{f}_{21} = \int_0^\alpha f_2(\varphi) \cos \alpha_0 \varphi d\varphi. \end{aligned} \quad (12)$$

II) C_k и A_k имеют вид (11), однако здесь $k = 1, 2, 3, \dots$

$$\text{III)} \quad C_{-1} = -\frac{E \tilde{f}_{11} (\lambda_1^- v^+ + 4) - \tilde{f}_{21} (\lambda_1^+ v^+ - 4)}{\alpha (\lambda_1^- v^+)^2 + 4(2 - v^+)}, \quad C_1 = -\frac{E \tilde{f}_{11} (\lambda_1^- v^+ + 4) + \tilde{f}_{21} (\lambda_1^+ v^+ - 4v)}{\alpha (\lambda_1^- v^+)^2 + 4(2 - v^+)},$$

а для C_k и A_k получаются те же формулы (11) ($k = 2, 3, 4, \dots$). Для всех трех случаев

$$c = \frac{1}{\alpha} \int_0^\alpha f_2(\varphi) d\varphi. \quad (13)$$

Итак, решение краевой задачи (1) – (4) представлено в виде сходящихся рядов (9), коэффициенты которых определяются в явном виде.

Заметим, что ряды (9) и им подобные в случаях I) и II), определяющие напряжения и перемещения во внутренних точках и на контуре кругового сектора, сходятся в смысле сходимости обычных функциональных рядов и удовлетворяют граничным условиям на радиальных сторонах. Проверим выполнимость граничных условий (4) на дуговой части контура ($r = 1$), например, для второй задачи.

$$E \begin{Bmatrix} u_r(1, \varphi) \\ u_\varphi(1, \varphi) \end{Bmatrix} = -\frac{2}{\alpha} \sum_{k=1}^{\infty} \begin{Bmatrix} \tilde{f}_{1k} \sin \alpha_0 k \varphi \\ \tilde{f}_{2k} \cos \alpha_0 k \varphi \end{Bmatrix} + E \begin{Bmatrix} 0 \\ c \end{Bmatrix} = \frac{2}{\alpha} \int_0^\alpha \begin{Bmatrix} f_1(\gamma) \\ f_2(\gamma) \end{Bmatrix} \sum_{k=1}^{\infty} \begin{Bmatrix} \sin \alpha_0 k \gamma \sin \alpha_0 k \varphi \\ \cos \alpha_0 k \gamma \cos \alpha_0 k \varphi \end{Bmatrix} d\gamma + E \begin{Bmatrix} 0 \\ c \end{Bmatrix}.$$

Последние ряды в смысле сходимости обобщенных функций [6, 7] сходятся к δ -функции Дирака. Действительно, разлагая δ -функцию Дирака в виде ряда по синусам и косинусам

$$\delta(\gamma - \varphi) = \frac{2}{\alpha} \sum_{k=1}^{\infty} \sin \alpha_0 k \gamma \sin \alpha_0 k \varphi, \quad \delta(\gamma - \varphi) = \frac{1}{\alpha} + \frac{2}{\alpha} \sum_{k=1}^{\infty} \cos \alpha_0 k \gamma \cos \alpha_0 k \varphi$$

и сопоставляя формулы для $u_r(1, \varphi)$, $u_\varphi(1, \varphi)$ с последними разложениями, имеем

$$u_r(1, \varphi) = f_1(\varphi), \quad u_\varphi(1, \varphi) = f_2(\varphi).$$

Т.е. решение задачи удовлетворяет всем условиям, заданным на контуре сектора.

Исследуем поведение напряжений вблизи вершины кругового сектора.

I) $0 < \alpha < 2\pi$, $k = 0, 1, 2, \dots$, $n = 2, 3, 4, \dots$ Как следует из (9), при $\alpha < \pi$ вблизи вершины кругового сектора имеет место малонапряженное состояние [8], т.е. напряжения стремятся к нулю. В случае $\alpha = \pi$ напряжения при $r \rightarrow 0$ конечны и вообще отличны от нуля. Если $\alpha > \pi$, то напряжения при $r \rightarrow 0$ имеют степенную особенность (стремятся к бесконечности), порядок которой меняется в пределах $0 < 2 - \alpha_0 k < 1$ при $k = 2$, $\pi < \alpha < 2\pi$; $0 < 2 - \alpha_0 k < 0.5$ при $k = 3$, $3\pi/2 < \alpha < 2\pi$.

Коэффициенты при особенности напряжений в общем случае отличны от нуля. Но когда $\alpha \rightarrow 2\pi$ ($k = 2$), хотя порядок особенности стремится к единице, эти коэффициенты из-за наличия в них множителя $(\lambda_2 - 2)$ стремятся к нулю. Этот результат существенно отличается от полученного в [1], где на дуговой части контура заданы внешние усилия. Там эти коэффициенты отличны от нуля.

II) $0 < \alpha < \pi$, $k = 0, 1, 2, \dots$, $n = 1, 2, 3, \dots$ Особенность напряжений возникает при $k = 1$, $\pi/2 < \alpha < \pi$, порядок ее меняется в пределах $0 < 2 - \alpha_0 < 1$, а общий множитель коэффициентов при особенности имеет вид $(\lambda_1 - 2)[\tilde{f}_{11}(\lambda_1^- \nu^+ + 4) - \tilde{f}_{21}(\lambda_1^+ \nu^+ - 4)]$, который в случае $\alpha \rightarrow \pi$ стремится к нулю, так как $(\lambda_1 - 2) \rightarrow 0$. При условии (12) окрестность вершины сектора находится в малонапряженном состоянии при $0 < \alpha < \pi$.

III) $\pi < \alpha < 2\pi$, $k = -1, 0, 1, \dots$, $n = 2, 3, 4, \dots$ Для любого значения α все три напряжения имеют степенную особенность того или иного порядка при $r \rightarrow 0$. Порядок особенности напряжений меняется в пределах

$$0.5 < \alpha_0 < 1, \quad \pi < \alpha < 2\pi, \quad 0 < 2 - \alpha_0 k < 1, \quad \pi < \alpha < 2\pi, \quad k = 2, \\ 0 < 2 - \alpha_0 k < 0.5, \quad 3\pi/2 < \alpha < 2\pi, \quad k = 3.$$

Рассмотрим подробнее поведение напряжений в окрестности вершины сектора при $\alpha \rightarrow \pi$ и $\alpha \rightarrow 2\pi$. Когда $\alpha \rightarrow \pi$, порядок особенности напряжений стремится к единице, а ее коэффициенты стремятся к нулю из-за наличия в них множителя $(\alpha_0 - 1)$. В случае $\alpha \rightarrow 2\pi$ порядок особен-

ности напряжений также стремится к единице, а соответствующие коэффициенты стремятся к нулю из-за наличия в них множителя $(\lambda_2 - 2)$. Для $k = 3$ имеем обычную степенную особенность, коэффициенты которой отличны от нуля.

Таким образом, при рассмотрении задач упругого равновесия кругового сектора, когда его радиальные стороны усилены стрингерами, а на дуговой части контура заданы напряжения или перемещения, выяснилось, что в случае первого из этих двух граничных условий коэффициенты при возникшей степенной особенности напряжений $r^{-1+\varepsilon}$ ($\varepsilon > 0$; $\varepsilon \rightarrow 0$ при $\alpha \rightarrow \pi$ или $\alpha \rightarrow 2\pi$) отличны от нуля, а во втором случае стремятся к нулю. И поэтому с точки зрения механики хрупкого разрушения первый тип нагружения дуговой части контура кругового сектора является наиболее опасным.

Отметим также, что уравнения статического равновесия кругового сектора во всех трех случаях I), II) и III) удовлетворяются тождественно.

Институт механики НАН РА
e.mail: azat-sargsyan@mail.ru

А. М. Саргсян

**Контактная задача о взаимодействии двух абсолютно жестких
при растяжении и гибких при изгибе накладок с тонким
круговым сектором. Часть II**

Методом разделения переменных построено решение плоской задачи теории упругости для тонкого кругового сектора, на дуговой части контура которого заданы перемещения, а радиальные стороны усилены стрингерами. Исследованы особенность напряжений вблизи вершины сектора и поведение коэффициентов при особенности напряжений. Установлено, что в окрестности вершины сектора, когда $\alpha \rightarrow \pi$ и $\alpha \rightarrow 2\pi$, напряжения имеют особенность вида $r^{-1+\varepsilon}$ ($\varepsilon > 0$; $\varepsilon \rightarrow 0$ при $\alpha \rightarrow \pi$ или $\alpha \rightarrow 2\pi$), коэффициенты которой в отличие от случая, когда на дуговой части контура заданы нормальные и касательные напряжения, стремятся к нулю. Поэтому с точки зрения предотвращения хрупкого разрушения принятые в данной работе граничные условия на дуговой части контура физически более приемлемы.

Ա. Մ. Սարգսյան

**Բարակ շրջանային սեկտորի հետ երկու սեղմման նկատմամբ բացարձակ կոշտ
և ձգման նկատմամբ բացարձակ ճկուն վերդրակների փոխազդեցության
կոնտակտային խնդրի մասին: Մաս II**

Փոփոխականների անջատման մեթոդի օգնությամբ կառուցվել է բարակ շրջանային սեկտորի համար առաձգականության տեսության հարթ խնդրի լուծումը, երբ

սեկտորի եզրագծի աղեղային մասի վրա տրված են տեղափոխությունները, իսկ շառավղային կողմերը ուժեղացված են ստրինգերներով: Բացահայտված է, որ սեկտորի գագաթի շրջակայքում, երբ $\alpha \rightarrow \pi$ և $\alpha \rightarrow 2\pi$, լարումներն ունեն $r^{-1+\varepsilon}$ ($\varepsilon > 0$; $\varepsilon \rightarrow 0$ երբ $\alpha \rightarrow \pi$ կամ $\alpha \rightarrow 2\pi$) տեսքի եզակիություն, իսկ լարումների եզակիության գործակիցները, ի տարբերություն այն դեպքի, երբ եզրագծի աղեղային մասի վրա տրված են լարումների արժեքները, ձգտում են զրոյի: Հետևաբար՝ նյութի փխրուն քայքայումը կանխելու տեսակետից սեկտորի աղեղային մասում դրված եզրային պայմանները ֆիզիկապես ավելի ընդունելի են:

A. M. Sargsyan

Contact Problem on the Interaction of Two Straps Absolutely Rigid in Tension and Flexible in Bending with a Thin Circular Sector. Part II

By the method of variables separation a solution is constructed to the boundary-value problem of elasticity theory for the circular sector whose radial sides are reinforced by two straps absolutely rigid intension and flexible bending. On the arc part of its contour, displacements are given. The singularity of stresses in the vicinity of top of the circular sector and the behavior of coefficients of the stresses singularity are investigated. It is established that, when $\alpha \rightarrow \pi$ and $\alpha \rightarrow 2\pi$, the stresses have the singularity in the form of $r^{-1+\varepsilon}$ ($\varepsilon > 0$; $\varepsilon \rightarrow 0$ at $\alpha \rightarrow \pi$ or $\alpha \rightarrow 2\pi$), the coefficients of which, in like the case, when on the arc part of the contour normal and tangential stresses are given, tend to zero. That is why from the point of view of the brittle fracture prevention, the acceptance of the boundary conditions on the arc part sector contour in the given parer is physically more acceptable.

Литература

1. *Саргсян А. М.* – Механика композитных материалов. 2017. Т. 53. № 1. С. 143-154.
2. *Williams M. L.* – Appl. Mech. 1952. V.19. № 4. P. 526-528.
3. *Смирнов В. И.* Курс высшей математики. Т.2. М. Наука. 1974. 666 с.
4. *Melan E.* – Ing. Archiv. 1932. Bd.3. Haft 2. P.123.
5. *Александров В. М., Мхитарян С. М.* Контактные задачи для тел с тонкими покрытиями и прослойками. М. Наука. 1983. 488 с.
6. *Гельфанд И. М и др.* Обобщенные функции, вып.1-3. М. Физматгиз. 1958.
7. *Тихонов А. Н., Самарский А. А.* Уравнения математической физики. М. Изд-во технико-теоретической литературы. 1953. 680 с.
8. *Чобанян К. С.* Напряжения в составных упругих телах. Ереван. Изд-во АН АрмССР. 1987. 338 с.