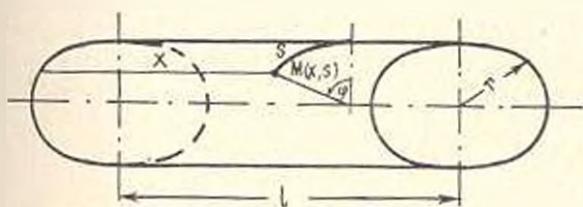


Р. М. КИРАКОСЯН

ОБ ОДНОЙ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ ОБОЛОЧКИ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

В рамках безмоментной теории оболочек рассматривается задача об упруго-пластическом деформировании оболочки эллиптического поперечного сечения при одном режиме сложного нагружения. Считается, что первоначальное упруго-пластическое деформирование оболочки происходит при статически определимых, а в дальнейшем — при изменяемых, статически неопределимых вариантах граничных условий. Определяется область изменения внешних воздействий (давления и температуры), в пределах которой при всевозможных путях нагружения начальные пластические деформации не изменяются.

1. Рассмотрим замкнутую цилиндрическую оболочку эллиптического поперечного сечения постоянной толщины h , свободно лежащую на гладких эллиптических опорах. Положение какой-либо точки срединной поверхности оболочки $M(x, s)$ будем определять длиной отрезка по образующей x , отсчитываемой от начального поперечного сечения $x_0 = 0$, и длиной дуги поперечного сечения s , отсчитываемой от некоторой образующей оболочки $s_0 = 0$ (фиг. 1).



Фиг. 1

Пусть рассматриваемая оболочка свободна от касательных поверхностных нагрузок и подвергается действию внутреннего давления p . Будем считать, что после некоторого момента времени t_0 , когда монотонно возрастающее давление достигает значения $p(t_0)$, при котором оболочка испытывает упруго-пластическое деформирование, происходит изменение характера нагружения, а именно: оболочка защемляется в торцевых сечениях $x = 0$ и $x = l$ (l — длина оболочки) и в дальнейшем, кроме изменения давления, одновременно происходит равномерное изменение и температуры оболочки t^* .

* Изменения внешних воздействий считаются настолько медленными, что можно пренебречь инерционными эффектами.

Задача до изменения граничных условий ($0 \leq t \leq t_1$) в безмоментной постановке является статически определимой, после чего ($t > t_1$) она превращается в статически неопределимую. Решение статически определимой задачи тривиально, чего нельзя сказать относительно статически неопределимой задачи. Это ясно, так как для удовлетворения граничного условия, налагаемого на осевое перемещение, необходимо знать поведение деформирования пластических областей при дальнейших изменениях внешних воздействий, что предугадать заранее невозможно.

Будем исходить из безмоментной теории оболочек [2], при этом за физические соотношения принимаются уравнения теории течения упрочняющегося материала [3]. В случае плоского напряженного состояния эти уравнения имеют вид:

а) при нагружении ($dT > 0$)

$$\begin{aligned} d\varepsilon_1 &= d\varepsilon_1^{(v)} + d\varepsilon_1^{(p)} = \frac{1}{E} (d\sigma_1 - \nu d\sigma_2) + \frac{1}{3} F(T)(2\varepsilon_1 - \varepsilon_2) dT \\ d\varepsilon_2 &= d\varepsilon_2^{(e)} + d\varepsilon_2^{(p)} = \frac{1}{E} (d\sigma_2 - \nu d\sigma_1) + \frac{1}{3} F(T)(2\varepsilon_2 - \varepsilon_1) dT \\ d\omega &= d\omega^{(e)} + d\omega^{(p)} = \frac{2(1-\nu)}{E} d\tau + 2F(T) \tau dT \end{aligned} \quad (1.1)$$

б) при разгрузке и нейтральных изменениях напряженного состояния ($dT \leq 0$)

$$\begin{aligned} d\varepsilon_1 &= d\varepsilon_1^{(e)} = \frac{1}{E} (d\sigma_1 - \nu d\sigma_2) \\ d\varepsilon_2 &= d\varepsilon_2^{(e)} = \frac{1}{E} (d\sigma_2 - \nu d\sigma_1) \\ d\omega &= d\omega^{(e)} = \frac{2(1+\nu)}{E} d\tau \end{aligned} \quad (1.2)$$

Здесь $d\varepsilon_1$, $d\varepsilon_2$, $d\omega$ и $d\sigma_1$, $d\sigma_2$, $d\tau$ — дифференциалы компонент деформации и напряжения срединной поверхности оболочки, ν и E — модули упругости материала, T — интенсивность касательных напряжений

$$T = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_2 + \sigma_2^2 + 3\tau^2} \quad (1.3)$$

$F(T)$ — функция, определяющая характер упрочнения материала.

Напряжения оболочки определяются из интегралов статических уравнений безмоментной теории по формулам [2]

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{p(t)}{2h} \left[x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} + f_1(x, t) \right] \\ \sigma_2 &= \frac{p(t)}{h} r, \quad \tau = \frac{p(t)}{2h} (l-2x) \frac{dr}{ds} \end{aligned} \quad (1.4)$$

где r — радиус кривизны поперечного сечения оболочки, $f_1(s, t)$ — функция интегрирования, подлежащая определению из соответствующего граничного условия.

Приращения перемещений и деформаций оболочки связываются между собой известными геометрическими соотношениями

$$\begin{aligned}\Delta \varepsilon_1 &= \frac{\partial \Delta u}{\partial x}, & \Delta \varepsilon_2 &= \frac{\partial \Delta v}{\partial s} + \frac{\Delta w}{r} \\ \Delta w &= \frac{\partial \Delta u}{\partial s} - \frac{\partial \Delta v}{\partial x}\end{aligned}\quad (1.5)$$

2. *Статически определяемая задача.* Условия задачи в данном случае таковы:

$$\begin{aligned}p &= p(t), & \frac{dp}{dt} &> 0, & 0 \leq t \leq t_1 \\ \tau_1(x=0) &= \tau_1(x=l) = 0, & v(x=0) &= v(x=l) = 0\end{aligned}\quad (2.1)$$

Из граничного условия для осевого напряжения вытекает

$$f_1(s, t) = 0 \quad (0 \leq t \leq t_1) \quad (2.2)$$

Пусть в момент времени $t = t_0$ при значении давления $p_0 = p(t_0)$ в какой-то области оболочки впервые достигается предел упругости материала. Тогда в интервале времени $0 < t < t_0$ оболочка будет деформироваться упруго, получая при этом известные [2] перемещения $u^{(e)}$, $v^{(e)}$ и $w^{(e)}$.

С целью определения перемещений упруго-пластически деформируемой оболочки ($t > t_0$) предварительно рассмотрим интенсивность касательных напряжений (1.3), которую с учетом (1.4) и (2.2) можно представить в виде

$$T = \frac{p(t) a}{2h \sqrt{3}} T_0(\bar{x}, \varphi) \quad (2.3)$$

где

$$\begin{aligned}T_0^2 &= \frac{9k^2 \varepsilon^4}{(1 - \varepsilon^2)^2} \frac{(\cos 2\varphi - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi)^2}{1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi} \bar{x}^2 (\bar{x} - 1)^2 + \frac{4(1 - \varepsilon^2)^2}{(1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi)^2} + \\ &+ \frac{27k^2 \varepsilon^4 \sin^2 2\varphi (1 - 2\bar{x})^2}{4(1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi)^2} + 6k^2 \varepsilon^2 \frac{\cos 2\varphi - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi}{1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi} \bar{x} (\bar{x} - 1)\end{aligned}\quad (2.4)$$

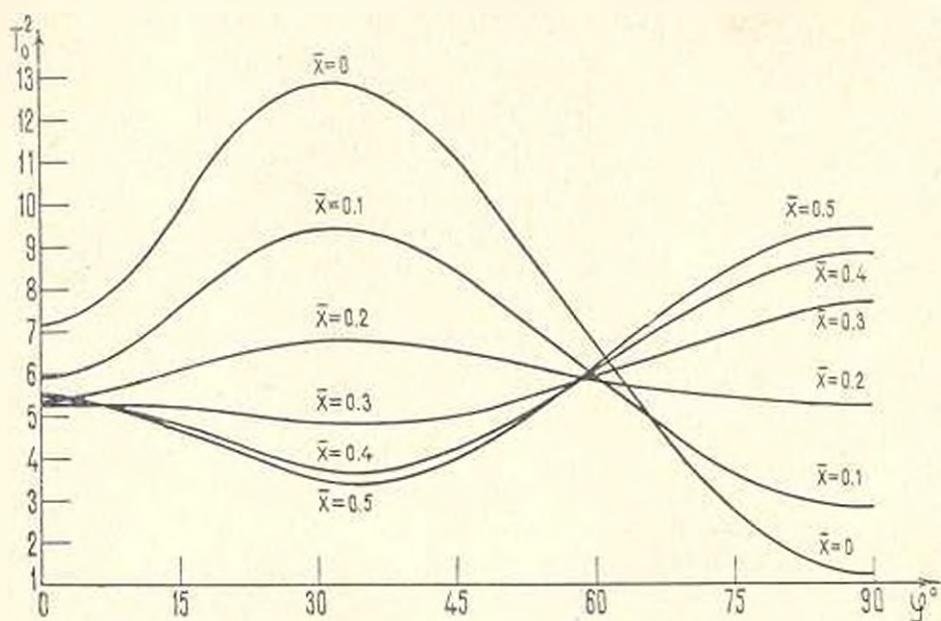
$$\bar{x} = \frac{l}{a}, \quad \bar{x} = \frac{x}{l} \quad (2.5)$$

Здесь использованы выражения радиуса кривизны r и длины дуги эллипса s через его полуоси a , b , эксцентриситет ε и угол φ , образуемый нормалью к эллипсу с его малой осью b

$$r = \frac{b^2}{a} \frac{1}{(1 - \varepsilon^2 \cos^2 \varphi)^{3/2}}, \quad \varepsilon^2 = 1 - \frac{b^2}{a^2}, \quad ds = r d\varphi$$

Безразмерную функцию T_0 можно рассмотреть как приведенную интенсивность, которая характеризует изменение истинной интенсивности касательных напряжений T по координатам \bar{x} и φ в зависимости от относительной длины оболочки k и эксцентриситета ее поперечного сечения ε . На фиг. 2 приведены графики изменения квадрата приведенной интенсивности T_0^2 по координате φ на разных поперечных сечениях оболочки \bar{x} при $k = 2$, $\frac{b}{a} = 0.75$ ($\varepsilon^2 = 0.4375$). Для той же

оболочки на фиг. 3 приводятся линии одинаковой напряженности оболочки $x = f(\varphi)$, то есть линии, на которых интенсивность напряжений принимает одинаковые значения. (В силу симметрии относительно середины $\bar{x} = 0.5$, а также относительно горизонтальной и вертикальной осевых плоскостей оболочки графики составлены для области $0 \leq \bar{x} < 0.5$,



Фиг. 2

$0 \leq \varphi \leq 90^\circ$). В рассмотренном конкретном примере наибольшее значение интенсивности достигается в четырех точках опорных сечений $\bar{x} = 0$, $\bar{x} = 1$ при $\varphi = \pm 31.5^\circ$, $\varphi = \pm 148.5^\circ$.

Очевидно, что при возрастании внутреннего давления пластические деформации впервые появятся именно в этих точках. При дальнейшем возрастании давления при $\varphi > \varphi_0$ вокруг этих точек образуются области пластических деформаций. Например, если значение давления такое, что пределу упругости материала данной оболочки соответствует значение приведенной интенсивности $T_0 = \sqrt{7}$, то пластические

области будут занимать те части оболочки, которые соответствуют заштрихованным участкам фиг. 3.

Вычислим перемещения оболочки в промежутке времени $t_0 < t < t_1$, при котором в оболочке существуют области пластических деформаций. Из-за симметрии ограничимся рассмотрением интервала $0 < \varphi < 90^\circ$.

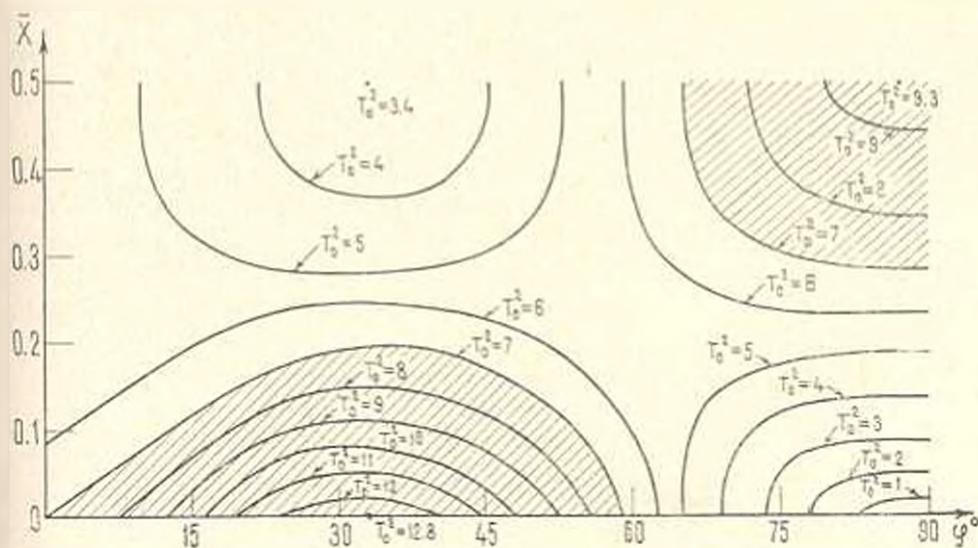
С помощью фиг. 3 легко заметить, что в зависимости от значения t возможны следующие случаи:

1. Существует часть оболочки

$$0 < x < 1, \quad \varphi_2 < \varphi < \varphi_1 \quad (2.6)$$

состоящая только из упруго-деформированных образующих.

2. Целиком упруго-деформированных образующих в оболочке не существует.



Фиг. 3

3. Существует часть оболочки

$$0 < x < 1, \quad \varphi_2 < \varphi < \varphi_1$$

состоящая только из пластически деформированных образующих.

4. Целиком пластически деформированных образующих не существует и т. д.

Так как с точки зрения определения перемещений оболочки всевозможные случаи существенно не отличаются друг от друга, то ради конкретности и дальнейшего будем рассматривать случай, когда оболочка состоит только из упругих образующих (2.6) и образующих, имеющих упруго- и пластично-деформированные части.

Для определения приращений перемещений следует интегриро-

вать по x первое и последнее соотношения (1.5) и удовлетворить условиям

$$\Delta u(x=l/2) - \Delta v(x=0) = 0 \quad (2.7)$$

Легко заметить, что этот процесс для области (2.6) ничем не связывается с явлением деформирования пластических областей оболочки. На основе этого можно заключить, что в рамках безмоментной теории перемещения упруго-пластической оболочки в области (2.6) будут определяться формулами перемещений упругой оболочки.

Рассмотрим часть оболочки $0 \leq x \leq l/2$, $\varphi_1 \leq \varphi \leq \varphi_2$, состоящую из образующих, которые вблизи торца $0 \leq x \leq x_1(\varphi)$ испытывают упругое, а в средней части оболочки $x_1(\varphi) \leq x \leq l/2$ — пластическое деформирование. Представляя осевое перемещение в виде

$$(t_0 \leq t \leq t_1)$$

$$u(x, \varphi, t) = u^{(e)}(x, \varphi, t) + \begin{cases} \Delta u_1(x, \varphi, t), & 0 \leq x \leq x_1(\varphi) \\ \Delta u_2(x, \varphi, t), & x_1(\varphi) \leq x \leq l/2 \end{cases} \quad (2.8)$$

для таких образующих с учетом (1.1), (1.4), (2.2), (1.5), (2.4) и (2.7) имеем

$$\begin{aligned} \Delta u_1 = & - \int_x^{l/2} \Delta \varepsilon_1^{(e)} dx - \int_{x_1(\varphi)}^{l/2} \Delta \varepsilon_1^{(p)} dx - \frac{p(t) - p(t_0)}{24 Eh} \left| 2x \right| x (2x - \\ & - 3l) \frac{d^2 r}{ds^2} - 12vr \left| + l \left(l^2 \frac{d^2 r}{ds^2} + 12vr \right) \right| - \frac{a}{6 \sqrt{3} h^2} \int_{x_1(\varphi)}^{l/2} \left(\int_{t_0}^t F(T) \times \right. \\ & \left. \times p(t) \frac{dp}{dt} dt \right) T_0(x, t, \varphi) \left| x(x-l) \frac{d^2 r}{ds^2} - r \right| dx \quad (2.9) \\ \Delta u_2 = & - \int_x^{l/2} \Delta \varepsilon_1^{(e)} dx - \int_x^{l/2} \Delta \varepsilon_1^{(p)} dx \end{aligned}$$

(Выражение Δu_2 получается из выражения Δu_1 путем замены $x_1(\varphi)$ через x).

Рассмотрим теперь ту часть оболочки $0 \leq x \leq l/2$, $\varphi_2 \leq \varphi \leq \varphi_1$, образующие которой, наоборот, вблизи торца $0 \leq x \leq x_2(\varphi)$ испытывают пластическое, а в средней части оболочки $x_2(\varphi) \leq x \leq l/2$ — упругое деформирование. Нетрудно убедиться в том, что выражение приращения осевого перемещения $\Delta u_1(0 \leq x \leq x_2(\varphi))$ отличается от (2.9) только тем, что в нем интегрирование в последнем члене производится от x до $x_2(\varphi)$. Что касается приращения перемещения в интервале $x_2(\varphi) \leq x \leq l/2$, то для него оказывается справедливым соответствующее выражение для упругой оболочки

$$\Delta u_2 = - \int_0^{l/2} \Delta z_1^{(a)} dx = \frac{p(t) - p(t_0)}{24 E h} \left\{ 2x \left[x(2x - 3l) \frac{d^2 r}{ds^2} - 12vr \right] + \right. \\ \left. + l \left(l^2 \frac{d^2 r}{ds^2} - 12vr \right) \right\}$$

Имея осевое перемещение u , с помощью третьего соотношения (1.5) аналогичным образом определяется перемещение v , при этом используется граничное условие $v(x=0) = 0$. Прогибы оболочки w вычисляются с помощью второго геометрического соотношения (1.5).

3. *Статически неопределимая задача.* Пусть в некоторый момент времени $t = t_1 > t_0$ упруго-пластически деформированная оболочка защемляется в торцевых сечениях $x = 0$, $x = l$ и дальнейшее изменение внутреннего давления происходит с медленным изменением ее температуры θ . Как уже отмечено, из-за нового граничного условия

$$\Delta u(x=0) = \Delta u(x=l) = 0 \quad \text{при } t > t_1 \quad (3.1)$$

задача превращается в статически неопределимую. Очевидно, что дальнейшее поведение существующих при $t = t_1$ пластических областей зависит от скоростей изменения внутреннего давления и температуры оболочки. Вся трудность задачи заключается в том, что для удовлетворения условия (3.1) необходимо знать физические соотношения и отдельных частях пластических областей оболочки, а следовательно, и характер их нагружения. Для этого необходимо предварительно иметь выражение интенсивности касательных напряжений, что в силу статической неопределимости задачи невозможно. Однако легко определить область изменения давления и температуры, в пределах которой при всевозможных путях нагружения поведение оболочки было бы упругим.

С этой целью после решения статически определимой упруго-пластической задачи в интервале времени $0 < t \leq t_1$ предполагается, что в дальнейшем при $t > t_0$, когда задача является статически неопределимой, во всей оболочке происходит процесс упругого деформирования и определяются приращения напряжений $\Delta \sigma_{ij}^{(a)}$ в линейно-упругой постановке. Затем, считая, что интенсивность касательных напряжений, соответствующая этим приращениям, нигде в оболочке не превосходит предела упругости материала, определяется область изменения внешних воздействий, обеспечивающая упругое поведение оболочки при $t > t_1$. При этом необходимо иметь в виду, что предел упругости материала в пластических областях оболочки при $t = t_1$ вследствие упрочнения обладает свойством деформационной неоднородности.

Ниже эта схема будет иллюстрироваться на примере рассматриваемой задачи эллиптической оболочки.

Итак, предположим, что давление и температура оболочки при $t > t_1$ изменяются таким образом, что нигде в защемленной упруго-пластической оболочке новые пластические деформации не появляются. Тогда статически неопределимая задача превращается в уругую, после решения которой для приращений напряжений получим

$$\Delta z_1^{(e)} = \frac{\Delta p(t)}{2h} \left[x(x-l) \frac{d^2 r}{ds^2} + \frac{1}{6} \left(l^2 \frac{d^2 r}{ds^2} + 12lr \right) - \alpha E \Delta b \right]$$

$$\Delta z_2^{(e)} = \frac{\Delta p}{h} r \quad (3.2)$$

$$\Delta z_3^{(e)} = \frac{\Delta p}{2h} (l-2x) \frac{dr}{ds}, \quad t > t_1$$

Здесь α — коэффициент линейного температурного расширения материала, $\Delta p = p(t) - p(t_1)$, $\Delta b = b(t) - b(t_1)$ — приращения давления и температуры оболочки за промежуток времени $\Delta t = t - t_1$.

Приращения деформаций и перемещений оболочки, соответствующие приращениям напряжений (3.2), определяются обычным путем, на котором мы останавливаться не будем.

Для интенсивности касательных напряжений (1.3) при $t > t_1$ можно написать

$$3T(t)^2 = 3T(t_1)^2 + \sigma_1(t_1)(2\Delta z_1 - \Delta z_2) + z_2(t_1)(2\Delta z_2 - \Delta z_1) + \Delta z_1^2 - \Delta z_1 \Delta z_2 + \Delta z_2^2 + 6\tau(t_1) \Delta z = 3\Delta z^2 * \quad (3.3)$$

При отсутствии эффекта Баушингера достаточное условие не появления новых пластических деформаций в оболочке при $t > t_1$ будет

$$T(t) \leq T_*, \quad M(x, \varphi) \in D_1 \quad (3.4)$$

$$T(t) \leq T(t_1), \quad M(x, \varphi) \in D_2$$

Здесь T_* — первичный предел упругости неупрочняющегося материала, D_1 и D_2 — соответственно упругие и пластические области оболочки в момент ее защемления t_1 .

С целью упрощения, в дальнейшем ограничимся только вторым условием (3.4), записывая его для всей оболочки. Такой подход может привести к суживанию искомой области давления и температуры. Это ясно, так как для соблюдения первого условия второе условие (3.4) является достаточным, но, разумеется, не всегда необходимым. С помощью (1.4), (2.2), (3.2) и (3.3) это условие примет вид

$$\Delta p^2 (F_1 + mF_2 + m^*F_3) + \Delta p (F_1 + mF_2) \leq 0$$

$$(0 \leq x \leq l/2, \quad 0 \leq \varphi \leq 90^\circ) \quad (3.5)$$

где приняты следующие обозначения:

* Для упрощения здесь символ (e) над приращениями напряжений опущен.

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 4r^2 + 3(l-2x)^2 \left(\frac{dr}{ds} \right)^2 - \left[x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} - \frac{1}{6} \left(p \frac{d^2r}{ds^2} + \right. \right. \\
 &\quad \left. \left. + 12\nu r \right) \right] \left[x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} + \frac{1}{6} p \frac{d^2r}{ds^2} - 2(1-\nu)r \right] \\
 F_2 &= 4h \left[r - x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} - \frac{1}{6} \left(p \frac{d^2r}{ds^2} + 12\nu r \right) \right] \\
 F_3 &= 4h^2
 \end{aligned} \tag{3.6}$$

$$\begin{aligned}
 F_4 &= \frac{p(t_1)}{3} \left[6x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} - \left[6x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} + p \frac{d^2r}{ds^2} + 12\nu r - 6r \right] + \right. \\
 &\quad \left. + r \left[24r - 6x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} - p \frac{d^2r}{ds^2} - 12\nu r \right] + \right. \\
 &\quad \left. + 18(l-2x)^2 \left(\frac{dr}{ds} \right)^2 \right] \\
 F_5 &= 4p(t_1)h \left[r - x(x-l) \frac{d^2r}{ds^2} \right]
 \end{aligned}$$

Задаваясь соотношением приращений $m = \frac{\alpha E \Delta t}{\Delta p}$, из (3.5) можно определить соответствующие отклонения давления и температуры оболочки, при которых справедливо упругое решение статически неопределимой задачи.

Полезно отметить, что все функции (3.6) для оболочки с круговым поперечным сечением положительны. Разумеется, это будет иметь место и для некоторого класса эллиптических оболочек с малым эксцентриситетом поперечного сечения.

Рассмотрим некоторые частные случаи.

а) Случай, когда после защемления краев оболочки внутреннее давление держится постоянным и меняется только температура ($m = \infty$). Условие (3.5) для этого случая примет вид

$$F_2 \Delta t^2 + F_3 \Delta t \leq 0 \tag{3.7}$$

Для оболочек с малым эксцентриситетом поперечного сечения это равносильно следующим неравенствам:

$$-\frac{\max F_3(x, \varphi)}{F_2} \leq \Delta t \leq 0 \tag{3.8}$$

Для круговой оболочки радиуса R из (3.8) следует

$$-\frac{p(t_1)R}{\alpha E h} \leq \Delta t \leq 0 \tag{3.9}$$

б) Случай, когда после заземления оболочки температура держится постоянной, а изменяется только внутреннее давление ($m = 0$). Условие (3.5) для этого случая будет

$$F_1 \Delta p^2 + F_2 \Delta p \leq 0 \quad (3.10)$$

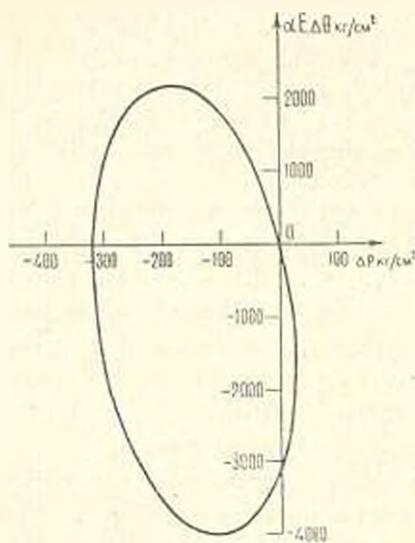
Для оболочек, близких к круговой, из этого условия находим

$$-\frac{\max F_1(x, z)}{\min F_1(x, z)} \leq \Delta p \leq 0 \quad (3.11)$$

В случае круговой оболочки из (3.11) следует

$$-\frac{2-\nu}{1-\nu+\nu^2} p(t_1) \leq \Delta p \leq 0$$

4. Числовой пример. Рассмотрим оболочку с круговым поперечным сечением относительной толщины $\delta = h/R$. Считая, что в момент заземления торцов оболочки первичный предел упругости материала



Фиг. 4

превышен в $A > 1$ раза ($p(t_1)/\delta = A\sigma_s$), из (3.5) с учетом (3.6) получим следующее условие:

$$\Delta p^2 |1 - \nu + \nu^2 + m\delta(1 - 2\nu) + m^{-2}\delta^2| + \Delta p (2 - \nu + m\delta) A\sigma_s \leq 0 \quad (4.1)$$

Пусть

$$\delta = \frac{1}{20}, \quad \nu = 0.3, \quad A = 1.5, \quad \sigma_s = 2000 \text{ кг/см}^2 \quad (4.2)$$

Тогда (4.1) примет вид

$$(316 + 8m + m^2) \Delta p^2 + 3000(34 + m) \Delta p \leq 0$$

На основе этого условия на фиг. 4 изображена искомая область давления и температуры для случая (4.2).

Институт механики
АН Армянской ССР

Поступила 5 IX 1972

Ռ. Մ. ԿԻՐԱԿՈՍԻԱՆ

ԷԼԻՊՍԱԿԱՆ ԷԼԱՍՏԻԿԱԿԱՆ ԿՏՐՎԱՆՔՈՎ ԹԱՎԱՆԻԹ
ԱՆՈՒՋԻԱՆՈՎԱԿԱՆ ՄԻ ԵՆԳՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ս. մ. ի. ո. փ. ո. մ.

Թաղանթների անմոմենտ տեսության շրջանակներում դիտարկվում է էլիպսաձև կտրվածք ունեցող թաղանթի առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիայի խնդիրը՝ բարդ բեռնավորման մի պայմանակարգի դեպքում: Ընդունվում է, որ թաղանթի առաձգա-պլաստիկական դեֆորմացիան սկզբում ընթանում է ստատիկորեն որոշելի, իսկ նետադարձ-փոփոխված, ստատիկորեն անորոշելի եզրային պայմանների առկայության դեպքում: Որոշվում է արտաքին ազդեցությունների (ճնշում և ջերմաստիճան) փոփոխման այն տիրույթը, որի սահմաններում ջանկացած նսնապարհով բեռնավորումը սկզբնական պլաստիկական դեֆորմացիաների փոփոխության չի առաջացնում:

ON AN ELASTIC-PLASTIC PROBLEM OF SHELL OF ELLIPTIC CROSS-SECTION

R. M. KIRAKOSIAN

S u m m a r y

A problem of elastic-plastic deformation of shell of elliptic cross-section under one compound condition of loading is considered in terms of the momentless theory of shells. The initial elastic-plastic deformation of shell is assumed to occur under statically determinable, and later-under altered, statically undeterminable variant of boundary conditions.

The region of variations in external effects (pressure and temperature) is defined wherein, under all kinds of loading, no change in initial plastic deformation is observed.

A numerical example is given.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ильюшин В. В. Теория тонких оболочек. Судпромгиз, Л., 1951.
2. Ильюшин А. А. Пластичность. Гостехиздат, М.—Л., 1948.