

Нами была предпринята попытка проверки закона коммутативности (табл. 5). Все напряжения, при которых выполнялись эксперименты, находятся ниже предела упругости.

Деформации ползучести, получаемые в конце испытания по различным путям нагружения, отличаются друг от друга (фиг. 8 и 10) (по пути $\sigma_1 < \sigma_2$ накапливается деформация большая, чем по пути $\sigma_1 > \sigma_2$), т. е. можно говорить лишь о приближенном выполнении закона коммутативности нагружения.

3. Одним из случаев ползучести при переменных нагрузках является релаксация напряжений.

Нами было проведено десять экспериментов на релаксацию при 150° и начальных напряжениях σ_0 , равных 20.0, 22.5 (два), 25.0 (два), 26.5, 27.5 (два), 30.0 и 32.0 кг/мм² (все ниже предела упругости).

Деформация удерживалась постоянной с точностью до $\pm 5 \cdot 10^{-6}$. В процессе опыта на релаксацию производилась периодическая автоматическая догрузка, компенсирующая температурные изменения деформации.

Принимая гипотезу упрочнения, в случае релаксации имеем

$$\dot{p} p^\alpha = k \exp \frac{\sigma}{A} \quad (3.2)$$

$$p = \frac{\sigma_0 - \sigma}{E} \quad (3.3)$$

Модуль упругости E в нашем случае равен $6.76 \cdot 10^8$ кг/мм².

Приводимый ниже вывод сделан в предположении, что напряжение не проходит через точку излома σ_* . Интегрируя (3.2) и (3.3) при $\alpha = 1/m - 1 = 2$ (табл. 2), получим кривую релаксации

$$t = \frac{1}{KE^3} \exp \frac{\sigma_0}{A} \left\{ A \exp \frac{\sigma_0 - \sigma}{E} [(\sigma_0 - \sigma)^2 - 2A(\sigma_0 - \sigma) + 2A^2] - 2A^3 \right\} \quad (3.4)$$

Сопоставление кривых (3.3) с результатами испытаний (фиг. 12 и 13) показывает удовлетворительное соответствие теоретических (сплошные линии) и экспериментальных кривых релаксации.

Поступила 10 X 1960

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф и л и п о в Н. В. Реконструирование машин ДСТ-5 для испытания на ползучесть. Заводск. лаборатория, 1956, № 12.
2. О д к в и с т Ф. Технические теории ползучести. Механика. Сб. перев. и обз. ин. период. лит.; 1959, № 2.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ НЕКОТОРЫХ СМЕШАННЫХ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПОМОЩИ МЕМБРАННОЙ АНАЛОГИИ

А. Я. Александров

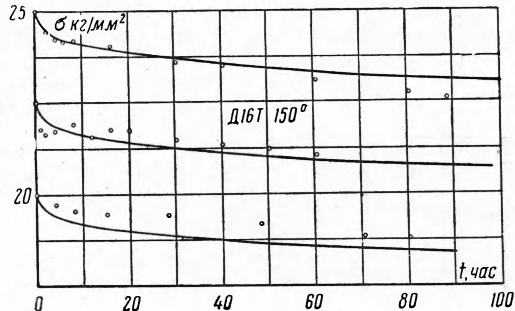
(Новосибирск)

Применение мембранной аналогии для исследования задач, описываемых уравнением

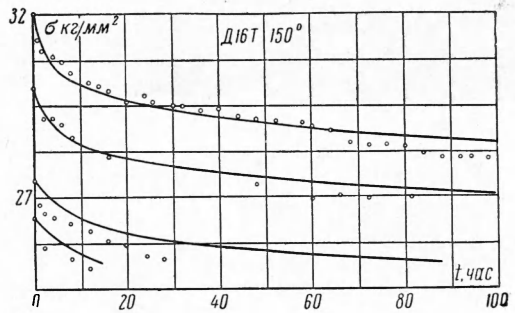
$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = c \quad (1)$$

обычно описывается в случае, когда задано значение $\varphi(x, y)$ на контуре исследуемой области. При $c = 0$ используется ненагруженная мембрана, при $c = \text{const} \neq 0$ — мембрана, нагруженная гидростатической нагрузкой.

Мембранная аналогия могла бы использоваться и для смешанных задач, где на одной части контура заданы значения функции, а на другой — значения ее производ-



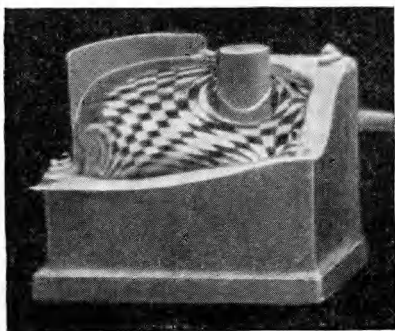
Фиг. 12



Фиг. 13

ной по нормали к контуру. Однако этому препятствует трудность осуществления такой мембраны, которая на части контура, где задано значение производной, устанавливалась бы под заданным углом к горизонтали при свободной установке по высоте.

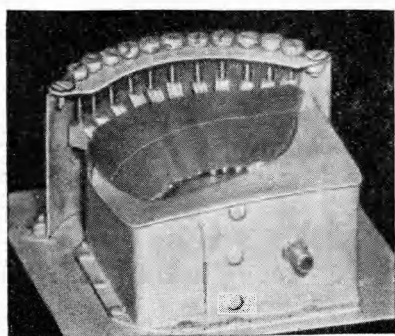
Эта заметка имеет целью показать, как осуществить скользящую мембрану, позволяющую исследовать задачи, описываемые уравнением (1) в случаях, когда значение функции φ задано лишь на части контура, ограничивающей исследуемую область (или на части контуров для многосвязной области), а на остальной части контура (или контуров) задана производная этой функции по нормали к контуру.



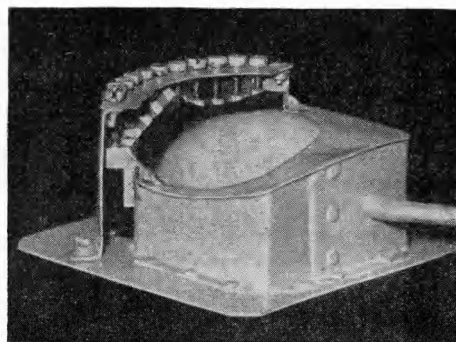
Фиг. 1

Наиболее просто осуществить такую мембрану, если эта производная, на той части контура, где ее значение задается, равна нулю. Такой случай имеет место, например, при исследовании температурных полей для плоских задач, когда на части контура поперечного сечения тела задана температура, а другая часть этого контура теплоизолирована от окружающей среды. В этом случае часть контура, где заданы значения φ , имитируется пластинкой с отверстием, проекция контура которого на горизонтальную плоскость подобна очертаниям контура поперечного сечения тела. Пластика изогнута из своей плоскости так, что вертикальные ординаты точек, принадлежащих кромкам отверстия, соответствуют значениям φ в этих точках контура тела.

Часть контура, где $\partial\varphi/\partial n = 0$, имитируется цилиндрической поверхностью, сечение которой горизонтальной плоскостью также подобно очертаниям контура сечения тела и образующие которой расположены вертикально. Пластика с отверстием и деталь, образующая цилиндрическую поверхность, изготавливаются из материала, смачиваемого мыльным раствором. В качестве мембраны используется мыльная пленка. На цилиндрической поверхности эта пленка сама устанавливается так, что $\partial\varphi/\partial n = 0$. На фиг. 1 показан пример такой мембраны, нагруженной избыточным давлением воздуха в коробке (на мембрану спроектировано изображение квадратной сетки).



Фиг. 2



Фиг. 3

Если на части контура задано значение производной, отличное от нуля, то здесь располагаются клинья, кромки которых образуют с вертикалью угол, тангенс которого равен заданному значению производной. Клинья могут перемещаться по вертикали при помощи регулировочных винтов (фиг. 2). К клиньям приклеивается предварительно растянутая полоска резины. Величина растяжения и толщина резины должны быть достаточными, чтобы предотвратить появление на резине складок при взаимном смещении соседних клиньев по вертикали. На резину наносится линия, проекция которой на горизонтальную плоскость соответствует контуру поперечного сечения тела. При помощи винтов положение клиньев регулируется так, чтобы пленка установилась по нанесенной на резину линии контура. На фиг. 3 показан пример такой мембраны, нагруженной избыточным давлением воздуха с примесью дыма.

Возможны различные модификации устройства. Например, можно выполнить клинья так, чтобы наклон кромки, к которой приклеена резина, изменялся с перемещением клина по высоте. В этом случае могут исследоваться, в частности, задачи, где коэффициент теплоотдачи на контуре является функцией температуры.

Поступила 20 VII 1960