

Величина  $\psi$  вычисляется из трансцендентного уравнения

$$\psi^{2n+1} [2(n+2) - (2n+1)\delta^3\psi^3] - 3Q = 0 \quad (3.9)$$

В случае данного проекта момент переключения  $t_2$  должен быть неотрицательным, поэтому корень уравнения (3.9)  $\psi \leq 1/\delta$ . Следовательно, допустимые значения величины  $Q$  удовлетворяют условиям

$$1/3 [2(n+2) - (2n+1)\delta^3] \leq Q \leq 1/\delta^{2n+1} \quad (3.10)$$

Условиям (3.10) удовлетворяют точки, лежащие в области 2 на фиг. 2.

Экономию данного проекта по сравнению с проектом постоянной толщины выражает формула  $\theta = (2 + \delta^3\psi^3) (3\psi)^{-1} (Q)^{1/(2n+1)}$ .

Проведены вычисления при  $\delta = 0.6$ ,  $n = 3$ . Ниже приводятся значения величин  $t_2$ ,  $\psi$  и  $\theta$  при некоторых значениях  $Q$ .

|          |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Q$      | 4.0   | 14.0  | 24.0  | 29.0  | 34.0  |
| $t_2$    | 0.599 | 0.391 | 0.246 | 0.173 | 0.080 |
| $\psi$   | 1.056 | 1.300 | 1.447 | 1.515 | 1.599 |
| $\theta$ | 0.868 | 0.925 | 0.963 | 0.979 | 0.995 |

Оптимальный проект балки без ограничений толщины получим, например, из (3.7) и (3.9), приняв там  $\delta = 0$  и  $t_2 = 1$ . Тогда  $\theta = 2/3 [2/3(n+2)]^{1/(2n+1)}$ . Эту формулу можно получить и методами вариационного исчисления [4]. Здесь  $\theta$  уже не зависит от величины  $Q$ .

Отметим, что в случае задачи с ограничениями на управление при всех точках, лежащих вне областей 1 и 2 на фиг. 2, проект постоянной толщины является проектом наименьшего веса.

Поступила 11 V 1975

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рейтман М. И., Шапиро Г. С. Теория оптимального проектирования в строительной механике, теории упругости и пластичности. В сб.: Итоги науки. Механика. Упругость и пластичность. М., ВИНТИ, 1966.
2. Рейтман М. И. Оптимальное проектирование оболочек с помощью принципа максимума. Изв. АН СССР. МТТ, 1971, № 3.
3. Lepik U. Minimum weight design of circular plates with limited thickness. Internat. J. Non-linear Mech., 1972, vol. 7, No. 4.
4. Немировский Ю. В. Об учете веса при проектировании конструкций в условиях ползучести. Изв. АН СССР. МТТ, 1970, № 4.
5. Соснин О. В. Установившаяся анизотропная ползучесть дисков. ПМТФ, 1963, № 4.
6. Леллер Я. А. Установившаяся ползучесть круглых и кольцевых пластин, выполненных из разномодульного неупругого материала. Уч. зап. Тартуск. ун-та, 1974, вып. 342.
7. Волганский В. Г. Математические методы оптимального управления. М., «Наука», 1969.

#### НАУЧНАЯ ШКОЛА ПО ПРОБЛЕМАМ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СТЕКЛА И КЕРАМИКИ

В г. Обнинске с 1 по 10 июля 1976 г. проводилась летняя Научная школа по проблемам прочности конструкций из стекла и керамики. В работе Научной школы приняли участие 65 ученых — специалистов высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов из 16 городов страны (Москвы, Киева, Новосибирска, Казани, Горького, Каунаса, Еревана, Львова, Обнинска, Жуковского, Ленинкакана, Новгорода, Ворошиловграда, Одессы, Сумы, Харькова).

Был заслушан 61 доклад по вопросам расчета конструкций из стекла и керамики.

Научную школу открыл член-корреспондент АН СССР Э. И. Григолюк, который сформулировал важнейшие проблемы, стоящие перед участниками школы, отметил актуальность задач теплопрочностного расчета конструкций из стекла и керамики. Армированные, безосколочные трехслойные конструкции, различные виды керамических и металлокерамических материалов нашли применение в различных отраслях народного хозяйства при создании ответственных узлов и конструкций, работающих в широком диапазоне нагрузок и температур. Существенной особенностью таких конструкций является хрупкость материала при обычных условиях и пластичность при высоких температурах. В программе школы представлены доклады, посвященные как теоретическим (аналитическим и численным методам рас-

чета), так и экспериментальным исследованиям прочности, устойчивости и колебаниям конструкций.

Председатель Оргкомитета Научной школы прочности охарактеризовал круг вопросов, связанных с технологическими проблемами проектирования конструкций из стекла и керамики.

Проблемный доклад по технологии, конструированию и расчету изделий из стекла был зачитан С. М. Бреховских. В обзорном докладе В. И. Мяченко (совместно с И. В. Григорьевым) «Численные методы решения задач статики и динамики оболочечных конструкций» обсуждался обобщенный алгоритм численного расчета гладких и подкрепленных составных оболочечных конструкций. В работах, представленных В. М. Толкачевым (В. М. Толкачев, В. Н. Сорокин, В. М. Шпектров, Л. Б. Пригожин), рассмотрены задачи, возникающие при расчете теплового выделения в электрообогревных пленках, напряженного состояния стекломатриц, деформаций стекла при моллировании с изменяемым температурным полем. Ю. В. Липовцев выступил с обзорным докладом «Задачи теплопрочностного расчета керамических изделий и оптимизации их конструкций», суммировав исследования А. Г. Ромашина, Ю. В. Липовцева, И. А. Горбана, Н. Н. Голуб, А. Н. Клепова, В. Н. Осауленко, С. И. Печориной, В. Т. Щербакова. Им рассмотрен расчет теплонапряженного состояния конструкций металлургической керамики при нестационарном нагреве (тигла, короба) с учетом ползучести материала, расчет напряженного состояния оболочек, сочлененных посредством упругого слоя, анализ различных гипотез для клеевого соединения. Представлены результаты по исследованию лучисто-кондуктивного нестационарного теплообмена.

Вопросам напряженного состояния упругих тел с трещинами: полосы, ослабленной двумя трещинами, выходящими на поверхность, развитие трещины на границе между пластиной и упругим телом посвящены доклады Г. Я. Попова, М. В. Радиолло, В. Л. Воробьева, Г. Н. Сердюка. В работах, доложенных Л. А. Фильштинским (совместно с В. Н. Максименко, В. Н. Долгих, М. Г. Грингаузом, В. П. Колесниковым), исследуется применение сингулярных уравнений в контактных задачах теории анизотропных оболочек, описана теория линейно-армированных композиционных материалов, сформулирована краевая задача теории трещин в изотропных и анизотропных средах. Я. И. Бурак, С. Ф. Будз выступили с докладом «Оптимизация температурных полей и напряжений в тонких пластинах и оболочках». Поляризационно-оптическому методу определения напряжений и исследованию некоторых задач статики и динамики пластин и оболочек методом голографии посвящены доклады А. Я. Александрова, А. С. Ракина и Ю. Г. Копоплева, А. К. Шалабанова.

В докладе В. И. Мамаея «О некоторых уравнениях нелинейной теории оболочек» обсуждались точность и пределы применимости некоторых вариантов уравнений теории оболочек. С докладом «О наилучшей форме представления уравнений теории тонких оболочек» выступил Л. И. Шкутин. В. Н. Паймушин доложил работу «Нелинейная теория тонких оболочек сложной формы, пологих относительно поверхности отсчета».

Обзорный доклад «О работе казанских ученых по проблеме прочности клеевых соединений» сделал Ю. Н. Аргюхин. Им проанализирован ряд исследований, проведенных на основе различных гипотез и моделей расчета клеевых соединений. Ю. В. Немировский (совместно с А. Н. Андреевым) сделал доклад «Об одном варианте теории многослойных упругих анизотропных пластин». Расчету напряженно-деформированного состояния многослойных конструкций с учетом различных граничных условий посвящены доклады Э. И. Григолюка, И. Ю. Колесникова, Н. Л. Осипова, П. П. Чулкова, Е. Б. Кузнецова. Вопросы развития способов оценки практической прочности хрупких материалов рассматривались в докладе Г. А. Пранцкявичюса. Применению методов конечных элементов и конечных разностей к расчету прочности однослойных и многослойных оболочечных конструкций при статическом и динамическом нагружении посвящены доклады С. А. Капустина, Н. М. Адясовой, Л. К. Киселева, В. А. Трубицына, Л. С. Яблонко и М. А. Батанина.

В докладах В. И. Меркурьева, В. Ф. Мохова, И. Я. Портцова, К. В. Горлова, В. Т. Крейнина, Т. И. Кондрагевой приводятся расчетные и экспериментальные исследования прочности и выносливости изделий конструкционной оптики.

Было принято решение опубликовать труды Научной школы.

*В. Т. Щербаков*

*Технический редактор Т. В. Ванкова*

Сдано в набор 6/ХII-1976 г. Т-09745 Подписано к печати 3/II-1977 г. Тираж 1705 экз.  
Зак. 1448 Формат бумаги 70×108<sup>1/16</sup> Усл. печ. л. 18,2 Бум. л. 6<sup>1/2</sup> Уч.-изд. л. 20,2

2-я типография издательства «Наука». Москва, Шубинский пер., 10