

$$H_{\text{нвг}} = \frac{64E^2 t}{9\sqrt{3} (1 - \mu^2)^2 \sigma_1^2 (A - 1)^2 \bar{r}_{\text{нвг}}},$$

$$\text{где } A = \sqrt{\frac{\alpha\sigma_T - 3\sigma^p}{\alpha\sigma_T - \sigma^p}};$$

σ_p — расчетное напряжение в несущих слоях оболочки от заданной нагрузки;

α — поправочный коэффициент, полученный из сравнения расчетных и экспериментальных данных.

Предлагается следующий порядок выбора оптимальных параметров сотовых конструкций. Задавшись несколькими стандартными толщинами несущих слоев так, чтобы расчетные напряжения в них σ_p были достаточно высокими и лежали бы в диапазоне между пределом пропорциональности и пределом текучести, определяют для каждой толщины наивыгоднейшие высоту $H_{\text{нвг}}$ и относительный радиус ячейки $\bar{r}_{\text{нвг}}$ заполнителя. Для всех толщин подсчитывается весовой параметр, пропорциональный суммарному весу несущих слоев и заполнителя

$$\bar{GR} = 2t + \frac{8}{3\sqrt{3}} \frac{H_{\text{нвг}}}{\bar{r}_{\text{нвг}}}.$$

Наименьшему значению этого параметра соответствуют оптимальные величины толщины несущих слоев t_{opt} , высоты H_{opt} и относительного радиуса сотовой ячейки \bar{r}_{opt} заполнителя, при которых вес конструкции минимален. Абсолютная величина радиуса ячейки r находится из условия устойчивости несущего слоя в пределах доньшка ячейки. По r и \bar{r}_{opt} определяется толщина фольги заполнителя.

После определения оптимальных параметров условия прочности заполнителя и клеевого слоя, зависящие от величины начальных непрямолинейностей, могут быть использованы для отыскания предельно допустимых неровностей, которые должны ограничиваться и контролироваться при изготовлении сотовых конструкций.

А. И. Чувашев

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ НА НЕСКОЛЬКО СЛУЧАЕВ НАГРУЖЕНИЯ

Будем считать рациональной конструкцию, в любом элементе которой хотя бы в одном из расчетных случаев удельная потенциальная энергия деформации достигала заданного нормированного значения.

Рассматривается трехслойная круговая цилиндрическая оболочка переменной жесткости. Толщина несущих слоев и цилиндрическая жесткость ее считаются плавно изменяющимися, так что выражения для усилий сохраняются как для оболочки постоянной жесткости, а в уравнениях перемещений толщина и цилиндрическая жесткость — величины дифференцируемые.

Решается задача определения толщины несущих слоев для каждого элемента оболочки, при которых удельная потенциальная энергия плоского напряженного состояния элемента несущих слоев (изгибной жесткостью несущих слоев и продольной жесткостью заполнителя пренебрегаем) хотя бы в одном случае нагружения достигала нормированного значения.

Расчет ведется численным способом: поверхность оболочки аппроксимируется сеткой, и система дифференциальных уравнений методом конечных разностей приводится к системе алгебраических уравнений, которая затем решается на ЭЦВМ. Принимается произвольное распределение материала несущих слоев, определяются перемещения в системе и по известным зависимостям находятся усилия в каждом элементе оболочки, распределяемые по несущим слоям через коэффициент распределения материала $k = \frac{t_{\text{наруж}}}{t_{\text{сумм}}}$ и толщину оболочки h . Суммируя компоненты плоского напряженного состояния несущих слоев, имеем удельную потенциальную энергию деформации в каждом элементе:

$$u = \frac{1}{E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\nu \sigma_1 \sigma_2 + 2(1+\nu)\tau^2].$$

При известных допускаемых напряжениях $[\sigma]$ необходимая толщина для каждого несущего слоя в любом элементе оболочки определяется

$$t = \frac{\sqrt{N_1^2 + N_2^2 - 2\nu N_1 \cdot N_2 + 2(1+\nu)\tau_{12}^2}}{[\sigma]},$$

после чего возможно определение суммарной толщины несущих слоев, коэффициента распределения материала слоев, цилиндрической жесткости и их производных для следующего счета.

При проектировании на один расчетный случай последовательно проводится ряд таких счетов с перераспределением материала несущих слоев, все более соответствующим постоянству удельной потенциальной энергии по всей оболочке до стабилизации расчета, когда достигается заданная степень неравномерности.

При проектировании на несколько случаев нагружения по результатам каждого счета выбираются максимальные толщины несущих слоев в элементах, полученные из совокупности расчетных случаев, затем расчет повторяется и т. д., пока величины толщин, вычисленные из условия достижения в каждом элементе нормированной удельной потенциальной энергии по одному из расчетных случаев, не установятся так, что изменение их от счета к счету будет менее наперед заданной величины.

И. В. Елатонцева

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАВНОПРОЧНОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ В ЗОНЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВЫРЕЗА

В моментном напряженном состоянии невозможно получить равнопрочной однослойную оболочку из-за переменности напряжений по толщине. Можно спроектировать равнопрочной трехслойную оболочку, состоящую из двух несущих изотропных слоев и жесткого заполнителя при соответствующем распределении материала слоев. Назначение заполнителя — обеспечить совместную работу и устойчивость внешних слоев.

Рассматривается трехслойная цилиндрическая оболочка с прямоугольным вырезом.

Решается задача оптимального распределения заданного количества материала несущих слоев для получения равнопрочной конструкции, т. е. конструкции с постоянной удельной потенциальной энергией по всей поверхности оболочки.