

заполнителя, учтено снижение расчетных критических напряжений путем введения поправочного коэффициента.

Было учтено снижение критических напряжений в области пластических деформаций.

Для рассмотренных конструктивных схем выполнены расчеты и эскизные чертежи стыковых узлов сотовых панелей, узлов для передачи сосредоточенных нагрузок, узлов подвески агрегатов и окантовок вырезов.

Для каждой схемы приведена весовая сводка основных элементов конструкции. Весовой анализ показывает, что предложенные конструктивные схемы дают экономию в весе по сравнению с обычными стрингерными конструкциями примерно 30 %.

О. Н. Корольков

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ СОТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СЖАТИЕ ЗА ПРЕДЕЛОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОСТИ

В существующих методах определения оптимальных параметров сотовых конструкций используются две группы условий прочности. В первую входят условия прочности для идеальной конструкции, во вторую — условия прочности, зависящие от начальных неправильностей реальной конструкции. При проектировании трудно заранее предугадать величину этих неправильностей, отчего указанные методы оптимизации сотовых конструкций теряют свою ценность и их использование становится затруднительным.

В настоящее время накоплен богатый материал по испытаниям на прочность сотовых конструкций. Сравнением расчетных и экспериментальных данных можно определить некоторый поправочный коэффициент, учитывающий снижение прочности реальной конструкции по сравнению с идеальной. Введя его в расчет, можно отыскивать оптимальные параметры сотовых конструкций исходя только из условий прочности идеальной конструкции. Влияние начальных неправильностей в этом случае будет учтено косвенно поправочным коэффициентом, и за даваться самой величиной начальных неправильностей не потребуется.

В докладе показано применение предложенного метода для отыскания оптимальных параметров цилиндрической оболочки сотовой конструкции, работающей на осевое сжатие за пределом пропорциональности.

При постоянной толщине t и заданном материале (E ; μ ; σ_t) несущих слоев оболочки условия общей потери устойчивости сотового цилиндра и местной потери устойчивости несущего слоя ограничивают область возможных значений для высоты заполнителя H и относительного радиуса сотовой ячейки r — отношения радиуса к толщине фольги заполнителя.

Весовой анализ этой области показывает, что наименьший вес заполнителя получается в точке пересечения кривых общей и местной потерь устойчивости. Из этого условия получены выражения для наивыгоднейших значений высоты заполнителя и относительного радиуса сотовой ячейки при данной толщине несущих слоев оболочки радиуса R :

$$\bar{r}_{\text{нвг}} = \frac{128 \sqrt{3} (1 - \mu) E^3 R t}{27 (1 - \mu) (1 - \mu^2)^3 \sqrt[3]{1 - \mu^2} \sigma_t^3 R^2 (A - 1) + 256 \sqrt[3]{1 - \mu^2} E^3 t^3};$$

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

$$\text{где } A = \sqrt{\frac{\alpha \sigma_t - 3\sigma_p}{\alpha \sigma_t - \sigma_p}};$$

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 $r_{\text{нвг}}$ заполнителя. Для всех толщин подсчитывается весовой параметр, пропорциональный суммарному весу несущих слоев и заполнителя

$$\overline{GR} = 2t + \frac{8}{3\sqrt{3}} \frac{H_{\text{нвг}}}{r_{\text{нвг}}}.$$

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

После определения оптимальных параметров условия прочности заполнителя и kleевого слоя, зависящие от величины начальных неправильностей, 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 пре-небрегаем) хотя бы в одном случае нагружения достигала нормированного значения.