

А. А. Комаров

КОНСТРУКЦИИ С НАИВЫГОДНЕЙШИМ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛА

Передачу сил в заданных границах можно осуществлять бесконечным многообразием конструкций. Если все эти конструкции выполнить из одного и того же количества материала, то их можно расположить в ряд по величине потенциальной энергии, создаваемой передаваемыми силами. Этот ряд будет замыкаться конструкцией с наименьшей потенциальной энергией. В ней, очевидно, материал будет использован наилучшим образом. Возможные задачи по отысканию таких конструкций сводятся к двум типам. *Первый тип* — конструкция задана, требуется найти наивыгоднейшее распределение материала. *Второй тип* — ищется конструкция в заданных возможных границах. Может быть и один и несколько случаев нагружения.

Общий метод решения этих задач — последовательное получение конструкций возрастающей жесткости, переход к которой осуществляется следующим образом. Для принятого распределения материала определяют усилия в конструкции и по ним перераспределяют материал так, чтобы потенциальная энергия, подсчитанная по полученным усилиям и по новому распределению материала, имела наименьшее значение. Такое перераспределение приводит к более жесткой конструкции. Повторяя эту операцию достаточное число раз, находят самую жесткую конструкцию. Если заданы нагрузки и только возможные границы, то в качестве исходной конструкции рассматривают континуальную систему с постоянным объемом материала, но с переменной плотностью. Переход к более жесткой конструкции производится путем изменения в распределении плотностей материала.

При одном случае нагружения перераспределение материала в ходе счета производится так, чтобы во всех элементах конструкции была одинаковая удельная потенциальная энергия, и счет заканчивается получением конструкции с равной удельной потенциальной энергией во всех элементах.

При нескольких случаях нагружения отыскивается конструкция с наименьшей суммарной потенциальной энергией от всех случаев. Перераспределение материала производится по выбранным наибольшим усилиям во всех элементах конструкции так, как и при одном случае нагружения. Расчет стабилизируется, когда потенциальная энергия во всех элементах конструкции выравнивается. Затем строится кривая изменения в ходе счета суммарной потенциальной энергии от всех расчетных случаев. Минимум этой кривой определяет достаточно точно конструкцию с наивыгоднейшим распределением материала. Этот прием предложен потому, что определение наивыгоднейшего перераспределения материала на каждом счете для нескольких случаев нагружения сложно.

При расчетах произвольно задаются количеством материала. По окончании счета это количество приводят в соответствие с требованиями жесткости или прочности. Полученные конструкции будут конструкциями наименьшего объема, так как увеличение их жесткости или снижение напряжений возможно только путем увеличения количества материала.

И. В. Елатонцева

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

С целью получения конструкций меньшего веса (по сравнению с существующими стрингерными конструкциями) в пределах заданных габаритов и при сохранении мест приложения нагрузок были исследованы различные конструктивные схемы силовых сотовых конструкций.

В процессе проектирования рассматривались следующие конструктивные схемы, работающие на сжатие за пределом пропорциональности:

трехслойные панели и оболочки с сотовым наполнителем; многослойные конструкции панелей и оболочек, состоящие из наружной и внутренней трехслойных панелей, соединенных системой легких перекрестных диафрагм, выполненных из листового дюрала; многослойные конструкции панелей и оболочек, состоящие из наружной и внутренней трехслойных панелей, соединенных трехслойными диафрагмами.

Для каждой конструктивной схемы выбиралась толщина несущих слоев так, чтобы напряжения в них лежали в диапазоне между пределом пропорциональности и пределом текучести.

Были выбраны оптимальные параметры сотовой конструкции (высота пакета сотовой конструкции, радиус описанной окружности шестигранной ячейки, толщина фольги, толщина несущих слоев), удовлетворяющие условиям прочности и минимума веса конструкции.

Область возможных значений высоты наполнителя и относительного радиуса сотовой ячейки при постоянной толщине несущих слоев ограничена условиями общей и местной потери устойчивости.

При расчете сотовых конструкций от напряжений сжатия рассматривались следующие виды разрушения конструкций: общая форма потери устойчивости конструкции в осесимметричной форме; местная форма потери устойчивости несущего слоя, симметричная относительно срединной поверхности оболочки; потеря устойчивости несущего слоя в пределах одной ячейки.

Влияние начальных неправильностей формы силовых элементов, вызывающих разрушение конструкции при отрыве несущих слоев от