

программу, на которой мог бы работать пользователь любого уровня компьютерной и специальной подготовки.

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ К РЕШЕНИЮ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ СООРУЖЕНИЙ

Севостьянова И. И.

Обычные методы строительной механики для расчета статически неопределимых систем применяются к сооружениям, размеры которых заданы. Между тем, основная цель расчета при проектировании заключается в подборе сечений, удовлетворяющих требованиям прочности, жесткости и устойчивости, и притом наивыгоднейшим образом. В этом и заключается так называемая обратная задача теории сооружений, задача проектирования оптимальных конструкций. На ранних этапах развития теории сооружений эта задача не могла получить исчерпывающего удовлетворительного решения. Это объясняется тем, что методы теории сооружений, как и математические методы решения подобных задач, не были достаточно развиты. Поэтому до 30-х годов нашего столетия оптимальное проектирование представляло собой разновидности вариантного проектирования. На этом этапе строительная механика играла вспомогательную роль, как средство расчета одного варианта, поэтому наличие правильного пути расчета еще не говорило об удачном ее решении с точки зрения оптимизации. Удачное в определенном смысле решение должно удовлетворять какому-либо критерию при безусловном соблюдении некоторого числа обязательных требований. Методы решения обратной задачи зависят от предпосылок расчета: расчетной схемы, допущений о свойствах материала, условий прочности и т. д. В большинстве работ в этой области расчетная схема предполагается заданной, материал считается упругим и расчет ведется по допускаемым напряжениям.

К числу первых работ, положивших начало теории оптимального проектирования, относятся работы, посвященные вопросам проектирования отдельных конструкций наименьшего веса (Клаузен, Лагранж), выгодному распределению усилий (Семиколенов), исследованию некоторых свойств задач о наименьшем весе конструкций (М. Леви, В. Л. Кирпичев). Наряду с этими решениями примерно в то же время появляются работы, посвященные исследованию закономерностей изменения весов сооружений; это работы В. Г. Шухова, Е. О. Патона, позднее Н. С. Стрелецкого и др.

Приблизительно к концу 30-х годов нашего столетия предпринимаются попытки создания общих методов решения обратной задачи теории сооружений, в которых непосредственно отыскивается система, удовлетворяющая заданным условиям прочности при обеспечении минимального веса. Исследования этого периода

характеризуются стремлением поставить и решить задачу оптимального проектирования при возможно меньшем числе параметров системы . что диктовалось соображениями уменьшения количества вычислений , которые становятся весьма громоздкими , особенно в случае учета временных нагрузок . В этом плане исторически первым был метод заданных напряжений, предложенный И. М. Рабиновичем . Его работы имели большое значение для теории оптимальных систем . В них впервые предлагались отыскания оптимальных статически неопределимых балок и ферм в постановке обратной задачи , как назвал ее сам И. М. Рабинович .

Общая постановка обратной задачи для сплошных систем была высказана А. И. Виноградовым , он впервые предложил множественный подход к решению обратной задачи теории сооружений . Эта работа во многих отношениях явилась программной , в ней были решены многие принципиальные вопросы оптимизации и определено дальнейшее направление исследований в этой области .

Для бесшарнирных арок исследования в этой области связаны с решением двух вполне самостоятельных и сложных вопросов : о законе изменения равнопрочных сечений арки и о выборе рационального очертания оси . Вопрос о нахождении рационального очертания оси привлекает к себе внимание исследователей очень давно и породил обширную литературу .

Рациональные формы арок и их теоретические объемы были исследованы В. А. Киселевым , его подход оригинален тем , что исследовалась форма , которую должна была принять ось арки после разгрузки . Им рассматривались и вопросы получения линий влияния с учетом податливости основания .

Расчету арок посвятил ряд работ А. П. Филин , он четко сформулировал трудности задачи оптимизации , обоснованно предложил решение , при котором за ось арки принимались веревочная или семейство коробовых кривых , построенных от постоянной нагрузки .

Применение новых методов расчета и вычислительных средств вызвало необходимость новых формулировок задач и новых алгоритмов расчета . Появилась необходимость дополнительного исследования начальных условий решения задачи и свойств целевых функций .

Дальнейшему развитию и углублению различных сторон вопроса рационального проектирования способствовали работы А. И. Виноградова , Ю. А. Радцига , С. А. Гайнулиной и многих других . Некоторые вопросы , связанные с решением обратной задачи применительно к балкам , лежащим на упругом основании , рассмотрены Н. Ф. Сергеевым , решение доведено до практического применения , даны рекомендации к проектированию железнодорожных шпал .

Частные задачи о расчете сплошных систем с заданными напряжениями рассматривались

К. Н. Хуберяном , К. Г. Протасовым , А. Р. Ржанициным ; однако достаточно общего метода расчета не было предложено .

Сложность обратных задач заставляет почти всегда отказываться от рассмотрения устойчивости элементов, сечения которых еще не известны; исключения составляют работы о стойках наименьшего веса Клаузена, Е. Л. Николаи, Н. Г. Ченцова, А. Ф. Смирнова.

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ РЕБРИСТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ НАГРУЗКАХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

Амиро И.Я., Игнатюк В.И.

Рассматриваются тонкие изотропные круговые замкнутые цилиндрические подкрепленные оболочки, состоящие из собственно оболочки (обшивки) и ребер (стрингеров и шпангоутов). Ребра располагаются вдоль линий главных кривизн обшивки, и считается, что по линиям их контакта с обшивкой обеспечивается равенство перемещений в нормальном и тангенциальных направлениях и углов поворота и сдвига. Оболочки шарнирно оперты по краям и могут загружаться импульсными нагрузками осевого сжатия и внешнего давления, равномерно распределенного по поверхности оболочки. В качестве импульсных нагрузок здесь рассматриваются: возрастающий треугольный импульс, при котором напряжения возрастают по линейному закону со скоростью γ ($\sigma = \gamma \cdot t$); ступенчатый импульс, при действии которого в оболочке возникают некоторые напряжения σ_0 на интервале времени $0 \leq t \leq t_0$ и нулевые напряжения вне этого интервала; убывающий треугольный импульс, при котором для внезапно приложенной нагрузки напряжения, возникшие при приложении нагрузки, σ_0 убывают по линейному закону со скоростью γ ($\sigma = \sigma_0 - \gamma \cdot t$).

Описание обшивки выполняется в рамках общей технической теории тонких оболочек, а для расчета ребер используется теория криволинейных стержней. Ширина ребер и их жесткость на изгиб в плоскости, касательной к координатной поверхности, не учитываются. Докритическое состояние оболочки принимается безмоментным.

Задача устойчивости решается [2] энергетическим методом в линейной постановке при одночленной аппроксимации перемещений с учетом дискретности расположения ребер и их эксцентриситета. В выражении кинетической энергии оболочки учитываются только силы инерции, действующие в радиальных направлениях. Уравнение движения оболочки получено с помощью уравнения Лагранжа второго рода и имеет вид

$$\frac{d^2 w_i(t)}{dt^2} + \omega_{mn}^2 \left(1 - \frac{\sigma_x}{\sigma_{mnx}} - \frac{\sigma_y}{\sigma_{mny}} \right) w_i(t) = 0, \quad (i = 1, 2) \quad (1)$$