

ИНДУКТИВНЫЙ МЕТОД И ПРОБЛЕМА ПОТЕРИ ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ И ДЕФОРМАЦИИ СЛОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

М.Н. Курсанов

НИУ "МЭИ", Москва

С увеличением числа специализированных программ расчета конструкций, основанных, в основном, на численных методах, и расширением их возможностей, ценность точных аналитических решений не уменьшается, а только возрастает. Во-первых, для простого прикидочного расчета на этапе конструирования обращаться к тяжеловесным пакетам не имеет смысла. Во-вторых, полного доверия к результатам численного счета у инженера никогда не бывает, и поэтому требуются какие-то тестовые решения. И в-третьих, как это было уже показано в работах автора (Инженерно-строительный журнал. 2011. №6, Строительная механика и расчет сооружений. 2014. 4 и др.), аналитические решения могут обнаружить некоторые неуловимые и неочевидные особенности конструкции, невидимые по определению в численных методах. Так было обнаружено влияние чётности панелей на геометрическую изменяемость пространственной осесимметричной конструкции, вырождение плоской решетчатой фермы в случае, когда число узлов по ее боковым сторонам не взаимно просты, уменьшение жесткости пространственной балочной фермы при увеличении числа продольных стержней и другие эффекты. Для получения точных решений мало непосредственное использование возможностей, открывшихся с появлением систем компьютерной алгебры. Особенность символьных преобразований проявляется с одной стороны в резком увеличении времени вычислений. При этом критическая ситуация (практическая недостижимость результата) может наблюдаться уже при небольшом числе элементов стержневой конструкции. С другой стороны, некоторые результаты, хотя и имеют конечную замкнутую форму, необозримы по объему. Формула в несколько страниц не только не читается, но и плохо анализируется. Практического смысла таких результатов нет. Автором разрабатывается индуктивный вывод формул для характеристик напряженного и деформированного состояний конструкций, лишенный отмеченных недостатков. Получено более 50 решений для различных регулярных плоских и пространственных ферм в упругой стадии и в условии ползучести. Отмечается, что при большом числе элементов конструкции разрешающая система уравнений имеет столь большой порядок, что неизбежная погрешность численных преобразований является недопустимой. Символьные же результаты в виде конечных формул могут быть получены лишь обобщением ряда решений для конструкций с меньшим числом стержней. Проведен ряд численных экспериментов в системе Maple, наглядно показывающих эффект потери точности численных методов и результативность метода индукции.