

## О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО КУРСА «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВАРИАЦИОННЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МЕХАНИКИ»

**Фомин В. М.** (*Одесская академия строительства и архитектуры, г. Одесса, Украина*)

Общеизвестна роль вариационных принципов и связанных с ними физических идей и математических методов исследований в механике, теоретической физике, а также в их многочисленных приложениях в инженерных науках. Они находят применение в широком и все более расширяющемся круге вопросов механики сплошных сред, теории упругости, строительной механики, теории колебаний и других областей науки. Вариационный подход последовательно применяется не только как метод получения основных разрешающих уравнений в теоретической механике и механике деформируемого твердого тела, но и как универсальный и математически наиболее простой способ построения вычислительных процедур при решении конкретных инженерных задач.

Изучение методов применения вариационных принципов в механике начинается с принципа возможных перемещений, с применением которого к решению ряда простейших задач студенты знакомятся в курсе теоретической механики. Согласно этому принципу, положения равновесия механической системы отличаются от всех других возможных для неё положений тем, что только для положений равновесия сумма элементарных работ всех приложенных к системе (активных и реактивных) сил на любом возможном перемещении системы равна нулю. В специальном курсе они изучают методы применения его к системам более сложного типа, состоящим из совокупности твердых тел различной формы: составных дисков, тел прямоугольной формы, расположенных на гладких и шероховатых поверхностях и соединенных друг с другом при помощи абсолютно твердых стержней и нерастяжимых нитей. При этом необходимо знакомство с методикой построения возможных перемещений таких систем и вычисления элементарной работы сил, приложенных к системам, на возможных перемещениях. Для приобщения студентов к этой методике рассматривается ряд вспомогательных задач и проводится контрольная работа на применение принципа возможных перемещений. Далее студенты приступают к изучению методики применения принципа Даламбера-Лагранжа, согласно которому истинное движение механической системы с идеальными связями отличается от всех кинематически возможных движений тем, что только для истинного движения в каждый момент времени сумма элементарных работ всех приложенных к системе активных, реактивных и

инерционных сил на любом возможном перемещении системы равна нулю. Здесь также рассматривается ряд вспомогательных задач, в частности, на определение инерциальных моментов и сил инерции составных дисков и вычисление элементарной работы их на возможных перемещениях. После этого студенты приступают к выполнению расчетно-графической работы по этой тематике.

При решении задач строительной механики и механики деформируемого твердого тела широко используется метод конечных элементов, основанный на прямом применении вариационного принципа Лагранжа, или принципа минимума полной потенциальной энергии, суть которого заключается в следующем: «Из всех кинематически возможных положений равновесия упругой системы реализуется то, при котором полная потенциальная энергии принимает минимальное значение». Использование этого принципа требует применения методов вариационного исчисления. К сожалению, изучение вариационного исчисления не входит в курс математики технических вузов. Поэтому основы вариационного исчисления изучаются в программе спецкурса. Студенты знакомятся с неизвестными и достаточно сложными для них фундаментальными понятиями функционала и его вариации, изучают методику построения вариации, исследуют ее свойства на ряде конкретных примеров. Кроме того, студенты изучают методику определения потенциальной энергии деформации для различных упругих систем: стержней и балок постоянного и переменного сечения, а также рам, состоящих из элементов постоянного и переменного сечения. Далее они знакомятся с прямыми методами решения вариационных задач, в частности, с методом Ритца, который позволяет найти экстремум функционала на множестве непрерывных функций, т.е. найти такую функцию, на которой функционал принимает экстремальное значение. В строительной механике этот метод дает возможность определять деформации сложных упругих систем, например, рам, состоящих из стержней переменного сечения. Подобные задачи не рассматриваются в курсах строительной механики технических вузов, но с их решением приходится сталкиваться при проектировании современных строительных конструкций. Студенты изучают методику построения базисных функций метода Ритца при различных условиях опирания балок и стержней и вычисления коэффициентов системы уравнений этого метода. Для закрепления полученных знаний студенты выполняют специальные расчетно-графические работы. Кроме того, для самостоятельной работы студентов опубликовано методическое пособие, в котором подробно изложен специальный курс, рассмотрен ряд конкретных задач, по каждой теме приведены вопросы, ответы на которые позволяют глубже понять и лучше усвоить изложенный материал.