

ложение науки должны быть известны, и вполне вероятно, способны сформировать интерес к исследовательской работе.

Изучаемый студентами курс теории механизмов и машин требует знаний, ранее полученных из математики, физики, теоретической механики. В меньшей мере при изучении курса используются знания черчения и начертательной геометрии, физики и сопротивления материалов, без которых усвоение теории механизмов и машин практически невозможно. С другой стороны, законы и методы математики и теоретической механики поясняются в теории механизмов и машин на конкретных примерах, благодаря чему они глубже понимаются, легче запоминаются. Особенно это относится к курсовому проектированию, где рассматриваются зависимости и закономерности, полученные по законам и методам математики и теоретической механики. Таким образом, теория механизмов и машин, используя полученные ранее знания, сама способствует лучшему их усвоению.

Весьма актуальным является ознакомление студентов с принципиальными особенностями графического, графо-аналитического и аналитического

методов. Подача их в исторической перспективе дает возможность произвести объективную оценку значения этих методов для современной теории механизмов и машин и обратить внимание студентов на их изучение. Графические методы введены в практику в начале XX в., в этом направлении работали В.Л. Кирпичев, Н.Е. Жуковский, Л.В. Ассур и другие ученые. Эти методы одновременно просты и исключительно наглядны, практически повсеместно занимают основное место. В последнее время наблюдается тенденция преобладания аналитических методов, особенно расчетных методов ЭВМ. При этом задачи, которые легко решались с помощью простейших методов, требуют достаточно высоких знаний математического аппарата, а также солидной лабораторной базы (ЭВМ). Есть ли смысл усложнять этот процесс?

Современная наука о машинах и машиностроение находятся в состоянии непрерывного изменения и развития. Специалисты, которых мы готовим, должны понимать, что через определенное время и наука, и машины могут быть принципиально другие. Дать возможность это осознать помогает история развития науки и техники.

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ИЗЛОЖЕНИЯ ПРИНЦИПА ВОЗМОЖНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Захаров Н.М., Кулик Н.А.

Geometric and kinematic analysis of mobility of plane systems.

The Research of the condition of plane mechanic systems depending on the limiting powers.

Необходимость глубокого усвоения студентами принципа возможных перемещений диктуется практическими запросами строительной механики и других специальных технических дисциплин строительного профиля.

Между тем на изучение теоретической механики в действующих учебных планах предусматриваются существенно различные объемы времени. Так на специальности 700201 (ПГС — промышленное и гражданское строительство) из общих 144 часов на самостоятельную работу отводится 30 часов, а на специальностях 700304, 700302 (теплогазоснабжение и вентиляция, водоснабжение и водоотведение) они составляют 90 часов и 6 часов соответственно.

Несмотря на это кафедра теоретической механики ПГУ сочла необходимым усилить внимание к самостоятельной работе студентов на всех строительных специальностях и ввела обязательную расчетно-графическую работу по определению опорных реакций типовых элементов строительных конструкций (составные балки, рамы) с помощью принципа возможных перемещений.

При ее выполнении можно уделять основное внимание либо вычислениям с целью получения требуемых ответов (величин сил реакций опор), либо анализу возможности равновесия системы и реализации этого условия в конкретных случаях нагружения и крепления ее.

Мы считаем, что предпочтение следует отдавать второму подходу, поскольку именно он способствует развитию аналитического мышления и формированию у инженеров-строителей исследовательских навыков.

При организации учебного процесса (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы студентов (выполнение РГР) обращается внимание на рассмотрение следующего круга вопросов, связанных с принципом возможных перемещений.

Во-первых, объясняется необходимость проведения геометрического анализа системы, результатом которого является определение числа степеней свободы тела (или системы тел). Для этого на простых примерах показывается, как влияет наложение каждого конкретного вида геометрической связи на подвижность тела или системы. Свобод-

ное тело на плоскости имеет 3 степени свободы (рис. 1).

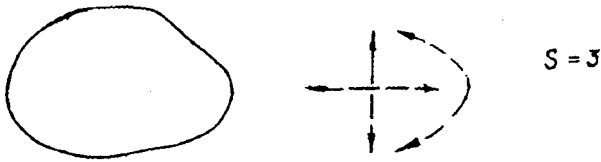


Рис. 1.

Неподвижная шарнирная опора (рис. 2) и внутренний шарнир, соединяющий тела (рис. 3), снимают по 2 степени свободы, а стержневая связь (рис. 4) — одну и т.д.

Нетрудно видеть, что уменьшение числа степеней свободы системы из-за наложения конкретной геометрической связи равно количеству тех составляющих силовых факторов, при помощи которых в геометрической статике заменяется действие связи. В работе [3] для обозначения этого количества удачно применен термин «валентность связи».

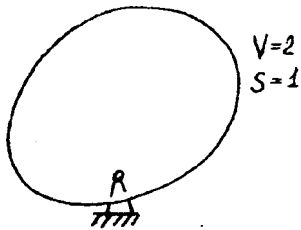


Рис. 2.

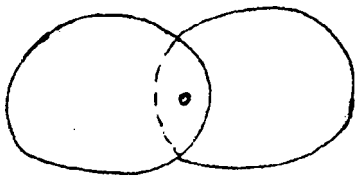


Рис. 3.

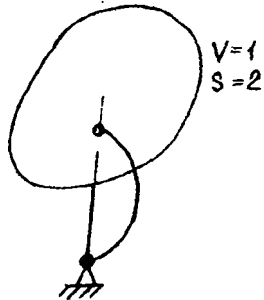


Рис. 4.

С помощью таких примеров выводится формула для определения числа степеней свободы системы, состоящей из плоских тел:

$$S = 3 \cdot n - 3 \cdot ж - 2 \cdot ш - с. \quad (*)$$

Здесь n — число тел в системе; $ж$, $ш$ и $с$ — количество наложенных на систему внешних и

внутренних связей в виде жесткой заделки, шарниров и стержней.

Зависимости, аналогичные (*) применяются в строительной механике. Они легко усваиваются студентами, дают возможность формализовать процесс геометрического анализа и быстро получать его результаты.

Проведение геометрического анализа системы является важным этапом в применении принципа возможных перемещений к изучению равновесия систем, но получение его результатов нельзя рассматривать как самоцель даже для предварительных выводов о возможности нахождения системы в покое (в равновесии). Сказанное приобретает особую значимость, если системой является предполагаемая (или проектируемая) строительная конструкция. Так, например, системы, изображенные на рисунках 5 и 6 имеют $S = 0$, но одна из них — неподвижна, а другая может находиться в равновесии лишь при определенных условиях нагружения, так как она является мгновенно изменяемой (одно из возможных перемещений ее показано пунктиром).

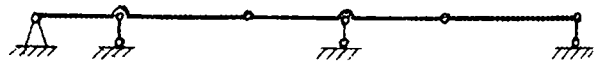


Рис. 5.



Рис. 6.

Рассмотрение аналогичных примеров убеждает студентов в необходимости проведения дополнительного, кинематического анализа системы, прежде чем приступать к выполнению расчетов по определению сил реакций связей. Цель такого анализа — установить возможность нахождения системы в покое (или равновесии) вне зависимости от конкретных условий ее нагружения.

Одновременно такие примеры вызывают необходимость пересмотра результатов геометрического анализа и с другой целью, а именно — с целью уточнения смысла того, что первоначально называли числом степеней свободы.

Поэтому, на примерах же показывается, что найденное при геометрическом анализе число степеней свободы S отражает соотношение между количеством наложенных связей и необходимым их числом, которое может обеспечить неподвижность системы. Так, в системе, показанной на рисунке 5 достаточно перенести стержневую связь из точки А, или из точки В в точку С, или в точку D, как сразу получим неподвижную, статически определимую систему. Чтобы убедиться в этом, снова проводим кинематический анализ получившейся системы. И лишь после этого можно приступить к определению опорных реакций получившейся конструкции.

Более подробному рассмотрению затронутых и других вопросов, связанных с применением принципа возможных перемещений посвящена работа авторов [2].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. — М., 1986.

2. Захаров Н.М., Кулик Н.А., Турищев Л.С. Теоретическая механика. «Расчетно-графические работы по применению принципа возможных перемещений». Учебное пособие, 2002 г., УП «Технопринт».
3. «Теоретическая и прикладная механика». Сборник методических статей: Минск, 2002 г., УП «Технопринт».

ОБ УЧЕБНОМ ПОСОБИИ «СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ НАУКИ О ПРОЧНОСТИ»

Гурьева Л.А.

The tutorial is designed for the students of technical higher educational establishments specializing in machine building and construction when studying the course on materials resistance and special courses. It can be used by students working on their course and diploma projects, by post-graduate students. The tutorial describes what has been done in the science of strength in the last decades. Some tasks are considered and algorithms of calculation are given.

Данное учебное пособие предназначено для студентов машиностроительных и строительных специальностей технических высших учебных заведений при прохождении ими курса сопротивления материалов и специальных дисциплин. Оно может быть использовано студентами при выполнении курсовых и дипломных проектов, магистрантами и аспирантами /3/.

При составлении пособия широко использован более чем тридцатилетний опыт преподавания курсов «Сопротивление материалов» и «Строительная механика» в Полоцком государственном университете.

Учебное пособие состоит из введения и пяти глав.

Во введении отмечается, что методы сопротивления материалов, строительной механики не остаются постоянными. Они изменяются вместе с возникновением новых задач и новых требований практики. Дается характеристика тому, что сделано в науке о прочности за последние десятилетия.

В главе 1 кратко изложены перспективные методы прочностного расчета. Особое внимание уделено конечноэлементному методу анализа конструкций, ориентированному на использование ЭВМ.

Рассмотрены некоторые задачи и приведены алгоритмы расчета.

В главе 2 рассматриваются некоторые вопросы новой и весьма перспективной отрасли технических наук — теории оптимального проектирования конструкций. Дается постановка задач о минимуме массы несущих конструкций. Приводятся краткие сведения о математических методах оптимизации, каждый метод поясняется на примере из области оптимального проектирования.

В главе 3 рассмотрена задача об упруго-пластической деформации толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления. Дан

числовой пример расчета.

В главе 4 изложены методы расчета размеров элементов конструкций, обеспечивающих требуемую надежность при случайных воздействиях. Приведены решения статических задач для случаев воздействий, имеющих различные законы распределения. Расчеты проведены по теории случайных величин.

В главе 5 приведены сведения о применении стеклопластиков в качестве конструкционных материалов, указаны характерные особенности их физико-механических свойств, изложены основы расчета.

В пособии рассмотрено большое количество задач, решенных автором и его учениками.

Развитие строительной механики характеризуется как направленностью на более глубокое проникновение в суть явлений деформирования инженерных конструкций, так и поиском алгоритмов, обеспечивающих эффективное решение практических задач с применением ЭВМ.

Проектирование конструкций неразрывно связано с оптимизацией их параметров. Одна из важнейших проблем оптимизации в строительной механике заключается в разработке методов и алгоритмов, позволяющих найти эффективные пути получения оптимальных решений для сложных задач большой размерности.

Прогресс в области повышения качества и эффективности конструкций во многом связан с применением новых композиционных материалов с регулируемыми в зависимости от условий эксплуатации характеристиками. Эти материалы обладают таким высоким уровнем прочности, физико-химических и других свойств, который практически недостижим в традиционных сплавах и поли-