



## УСПЕХИ СОВЕТСКОЙ МЕХАНИКИ

В этом году советский народ отмечает 70-летие epochального события в истории человечества — Великой Октябрьской социалистической революции. По традиции юбилейный выпуск журнала открывается приведенным ниже кратким обзором основных направлений механики твердого тела, развивавшихся в нашей стране в течение последнего десятилетия (предшествующие результаты отражены в обзорах, опубликованных в № 5 журнала за 1967 и 1977 гг.).

Итоги работы советских ученых — механиков за рассматриваемый период были подведены на двух Всесоюзных съездах по теоретической и прикладной механике — пятом, проходившем в 1981 году в Алма-Ате, и шестом, созванном в 1986 году в Ташкенте. Наиболее характерная особенность и тенденция развития современной отечественной механики нашла отражение уже в организационной структуре шестого съезда, где наряду с традиционными секциями общей и прикладной механики, механики жидкости и газа и механики деформируемого твердого тела работала секция, посвященная приложениям механики к задачам технологии, материаловедения и машиностроения. Можно утверждать, что в целом механика стала более практичной наукой, повернувшись в сторону актуальных проблем технического прогресса.

Одна из наиболее важных прикладных проблем общей механики, являющаяся в настоящее время предметом интенсивного исследования, связана с задачами баллистически-навигационного обеспечения, динамики сближения и стыковки космических аппаратов, прогнозирования движения космических тел и комет, анализом динамики орбитальных станций, перспективных тросовых и ферменных космических систем. Полученные в этом направлении результаты широко использовались при реализации космических программ и, в частности, программы «Салют»-«Союз»-«Прогресс» и программы «Вега» по исследованию кометы Галлея.

Фундаментальные исследования в области общей механики, традиционно рассматривавшей абсолютно твердое тело, характеризуются усложнением расчетных моделей, учитывающих упругость материала, взаимодействие с полостями, заполненными жидкостью, и внешними полями и связями различной природы. Значительные результаты получены в области механики гироскопов с нетрадиционными системами подвеса и волновых твердотельных гироскопов с резонаторами в форме оболочек вращения.

Основные проблемы теории механизмов и машин связаны в последние годы с механикой промышленных роботов, разработкой самоходных колесных и шагающих аппаратов, автоматических и манипуляционных систем гибких производств. Результаты анализа кинематических схем, математического моделирования поведения и оптимизации операционных характеристик роботов, манипуляторов и автоматов получили широкое применение в различных областях народного хозяйства.

В области механики твердого деформируемого тела необходимо прежде всего отметить аналитические, численные и расчетно-экспериментальные

методы анализа упругих, упругопластических и наследственных сред на основе сложных физических и математических моделей с учетом взаимодействия с другими средами и полями — задачи магнито- и электроупругости и пластичности, ползучести, для традиционных однородных и микро неоднородных (пористых, наполненных, композитных), а также формозапоминающих, разрыхляющихся, стареющих, растущих и других специальных сред, проблемы гидроаэроупругости, термоупругости, термовязкопластичности элементов конструкций. Большое внимание в последнее время привлекает поведение материалов и конструкций в экстремальных условиях — при низкой температуре окружающей среды, интенсивном локальном нагреве, высокоскоростном соударении, в условиях облучения и контакта с агрессивными средами.

Традиционно интенсивно развивались в последние годы методы анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций. Существенные результаты получены в этом направлении для смешанных задач, тел с трещинами, включениями и отслоениями, дальнейшее развитие получили численные методы конечных разностей и конечных элементов и соответствующее программное обеспечение. Эффективный аналитический метод граничных интегральных уравнений послужил основой для нового дискретного метода граничных элементов. Не ослабевает интерес к классическим расчетным моделям — пластинам и оболочкам. Широкое внедрение слоистых композитов, пленочных материалов и эластомеров вызвало появление многочисленных исследований, посвященных уточнению классической теории и анализу пределов ее применимости, построению геометрически и физически нелинейных теорий, описывающих композитные, мягкие, проницаемые и эластичные оболочки. В связи с обоснованием гипотез теории оболочек получены решения ряда плоских и пространственных задач для слоистых сред. Актуальными и важными для приложений явились методы параметризации поверхностей и расчета оболочек сложной формы, задачи о взаимодействии оболочек с жидкостью и газом. Новые постановки и расчетные модели характерны для контактных задач, которые связываются в последнее время с проблемами резания и триботехники. Соответствующие решения учитывают трение, износ и шероховатость контактирующих поверхностей, наличие вязкопластической смазки, возможное оплавление взаимодействующих тел и позволяют оценивать стойкость рабочих поверхностей элементов машин и инструмента.

Основные работы в области прочности были прежде всего связаны с развитием численных, аналитических и расчетно-экспериментальных методов анализа надежности, безопасности и ресурса машин, аппаратов и сооружений на основе информации о реальных условиях эксплуатации, спектре нагрузок и других воздействий, реальных свойствах конструкционных материалов, моделей статического, длительного и усталостного разрушения и программных комплексов для расчета по схемам, в максимальной степени приближенным к действительному. Наличие автоматизированных систем измерений и программных комплексов для имитации условий нагружения характерно и для современных процессов экспериментальной отработки конструкций. Традиционные тензометрические методы исследования успешно дополняются интерференционно-оптическими методами, использующими высококогерентные источники света, в частности, голографической и спекл-интерферометрией.

Значительное развитие получили методы оптимального проектирования несущих конструкций, основанные на аппарате условной минимизации, теории оптимального управления и численных методах математического программирования. Для канонических расчетных моделей — стержней, пластин и оболочек из однородных и армированных упругих и пластических материалов получены аналитические решения; разработаны численные методы итерационной оптимизации и синтеза конструктивно-силовых схем сложных нерегулярных пространственных конструкций. Современное состояние обсуждаемого вопроса отличается практической направленностью исследований. Отметим в связи с этим ресурсное проектирование элементов летательных аппаратов и двигателей, основанное на де-

терминированных и статистических моделях длительного, малоциклового и усталостного разрушения, синтез металлорежущих станков на основе исследования механизмов возбуждения вибраций и оценки виброустойчивости.

Как уже отмечалось, широкий класс рассматриваемых в настоящее время задач механики непосредственно связан с проблемами технологии машиностроения. Помимо традиционных вопросов пластического деформирования, обработки металлов давлением и резания методами механики исследуются технологические процессы изготовления конструкций из современных композиционных материалов, в частности, методы непрерывной намотки, прессования и литья под давлением, импульсные методы соединения и формоизменения заготовок, процессы непрерывного литья и многие другие. В последние годы сформировалось новое перспективное научно-техническое направление — механика невесомости, которая на основе методов механики космического полета, гидромеханики, механики многофазных сред и теории тепло-массообмена позволила разработать технологию получения новых материалов.

Важные результаты получены в последние годы в результате приложения методов механики к задачам геофизики и биологии.

Разработана механика крупномасштабных тектонических и природных процессов, позволившая выявить основные закономерности состояния и устойчивости природных массивов, построить теорию процессов движения горных обвалов, снежных лавин, оползней, селей и ледников, разработать модели явлений выброса угля, породы и газов в средах с ориентированной системой газонаполненных трещин.

Биомеханика пополнилась новыми моделями биологических сред, результатами анализа кровеносных сосудов, элементов сердечно-сосудистой системы и роговицы глаза на основе аппарата теории оболочек и механики композиционных материалов; расчета позвоночника, опорно-двигательного аппарата и скелетно-мышечных сочленений на основе нелинейной механики пространственных стержней; моделями сердечной мышцы как анизотропной среды с механо-химическими реакциями и скелетных мышц; теорией вестибулярного аппарата как измерителя угловых возмущений в системе стабилизации тела.

Существенно, что для решения задач биомеханики широко применяются современные численные методы, в частности, метод конечных элементов.

Таков далеко не полный перечень основных направлений и результатов, характерных для механики твердого тела последнего десятилетия.

Редколлегия журнала Механика твердого тела поздравляет авторов и читателей журнала со знаменательным юбилеем — 70-летием Великой Октябрьской социалистической революции, желает им новых творческих успехов и выражает уверенность в том, что советские ученые-механики приложат все силы для успешной реализации программы научно-технического прогресса нашей страны, намеченной на XXVII съезде КПСС.