

Нелинейное деформирование твердых тел в условиях облучения

Ширвель П.И., Чигарев А.В.

Белорусский национальный технический университет

На основе классического термомеханического подхода предлагается постановка и методика численного решения задачи о физически и геометрически нелинейном (конечном) деформировании твердых тел под действием силовых и терморadiационных нагрузок с учетом их взаимного влияния (в рамках гипотезы сплошности). Учитывалось, что размерные изменения, могут быть обусловлены в основном двумя причинами: ползучестью нагруженного образца, возрастающей под действием облучения и радиационным распуханием, проявляющимся в изменении линейных размеров ненагруженного образца в потоке частиц с энергией больше 0.1 МэВ. Рост ползучести и распухание могут вывести из строя конструктивные элементы агрегатов, работающих при высоких температурах и интенсивном облучении, так как деформации такого рода с течением времени могут стать недопустимо большими. Таким образом, допускаемые напряжения в подобных деталях определяются не пределом текучести и прочности, а допускаемыми деформациями для заданного срока службы, которые зависят от условий нормальной эксплуатации. В этом состоит существенное отличие расчета конструктивных элементов, работающих при высокой и нормальной температурах в условиях радиационного облучения.

Поведение облученных тел существенно отличается от поведения необлученных. В некоторых случаях перемещения точек деформируемого твердого тела могут быть достаточно большими, например, при аварийных ситуациях в условиях ядерного реактора или при значительном радиационном распухании конструкционных материалов (15-23%). Конечные перемещения приводят к большим деформациям, при исследовании которых необходимо надлежащим образом учесть как ползучесть, так и радиационное распухание. Таким образом, в геометрических уравнениях нелинейные члены, содержащие квадраты и произведения производных, которые могут сыграть важную роль для расчетов кинетики напряженно-деформированного состояния и прогнозирования ресурса ответственных элементов конструкций, эксплуатируемых в экстремальных условиях нагружения.

Проведенный компьютерный анализ механико-математической модели в первом приближении (на примере осесимметричного терморadiационного деформирования изотропного полого цилиндра), показал, что до уровня деформаций 3,6% результаты расчетов по геометрически линейным и гео-

метрически нелинейным соотношениям практически совпадают. При деформациях порядка 17% выявлены существенные (45-67%) различия между линейными и нелинейными решениями. Указанный подход позволил проследить за реальным изменением формы твердого тела в процессе квазистатического деформирования.

УДК 62-1

О проектировании многофункционального беспилотного летательного аппарата

Конон И.И., Трифанков Д.В.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время беспилотные летательные аппараты типа «мультикоптеры» являются достаточно сложными объектами управления, которые выполняют поставленные задачи в трехмерном пространстве с постоянно действующими силами гравитации и внешними возмущениями. Мультикоптеры представляют собой разновидность БПЛА, оснащенных четырьмя и более несущими винтами. Полет мультикоптера осуществляется за счет подъемной силы, которую создают несущие винты. Как правило, винты расположены на крест-накрест пересекающихся балках и вращаются диагонально в противоположных направлениях, причем каждый винт приводится в движение отдельным двигателем.

Все основное оборудование устанавливается на платформе, которая состоит из рамы. На раме монтируется основная плата управления и приемопередатчик для связи с наземным комплексом. На «лучах» рамы монтируются бесколлекторные двигатели, каждым из которых управляет отдельный регулятор. В качестве регулирующего устройства используется микроконтроллер, на вход которого поступают сигналы с пульта управления и сигналы с датчиков, измеряющих скорость изменения координаты и углов относительно оси. Работа контроллеров, подключенных к каждому двигателю, заключается в том, чтобы регулировать число оборотов и передавать двигателю энергию батареи. Для передачи энергии в контроллере используются силовые ключи, которые могут закрываться и открываться за долю секунды.

Стабилизация мультикоптера осуществляется за счет получения данных об углах наклона с гироскопов и акселерометров. Устойчивый полет обеспечивает контроллер, главная задача которого состоит в стабилизации летающей платформы в воздухе в горизонтальном положении путем подачи управляющих сигналов двигателям. Он использует данные от гироскопических датчиков и вычисляет скорость для каждого отдельного пропел-