



НЕВЕСОМОСТЬ

Авторы: А. В. Гуденко, В. П. Легостаев

НЕВЕСОМОСТЬ, состояние, в котором у тела отсутствует *вес*; при этом в теле не возникают внутр. упругие напряжения (и, соответственно, упругие деформации), которые в обычных условиях возникают из-за действия силы реакции опоры, компенсирующей действующую на тело силу тяжести. В состоянии Н. полная сила взаимодействия любой выделенной части тела с окружающими её областями оказывается равной нулю (т. е. вес отсутствует для любой выделенной части тела).

Состояние Н. возникает в том случае, если на тело не действуют никакие силы (такое тело называется свободным) или тело движется под действием только силы гравитац. притяжения в однородном по объёму тела гравитац. поле. В состоянии Н. находятся, напр., все тела в космич. аппарате, свободно (с неработающими двигателями) движущемся в такой области пространства, где гравитац. поля пренебрежимо малы (т. е. вдали от небесных тел). Предметы внутри такого КА могут «парить», оставаясь неподвижными относительно самого КА.

Состояние Н. возникает и вблизи небесных тел при движении под действием только гравитац. притяжения. Это объясняется тем, что в таких условиях все тела приобретают одинаковое ускорение вне зависимости от их массы (вследствие равенства гравитационной и инертной масс). Т. о., при одинаковых начальных условиях тела, двигаясь в гравитац. поле, будут сохранять своё положение относительно друг друга и не будут оказывать друг на друга к.-л. влияния. Поэтому состояние Н. возникает при свободном падении (т. е. при движении с ускорением свободного падения g под действием одной лишь силы тяжести). Кратковременное состояние Н. возникает для всех тел, которые находятся в свободно падающем лифте, в самолёте, летящем по баллистич. траектории, в автомобиле, выезжающем на наивысшую точку выпуклого моста на достаточно высокой скорости, и т. п.

Состояние, очень близкое к состоянию Н., для малых тел можно создать в земных условиях и др. способом. Каплю воды можно заставить парить над сильным магнитом, скомпенсировав на уровне атомов и молекул гравитац. притяжение Земли силой магнитного отталкивания. Этот эффект называют диамагнитной левитацией или методом магнитной микрогравитации. Поведение капли при этом практически не отличается от поведения капли, находящейся в условиях Н. на борту орбитальной станции. В 1997 нидерл. физик А. Гейм провёл опыт по диамагнитной левитации живого организма (лягушки), в котором удалось скомпенсировать гравитацию с погрешностью до $0,1g$. Метод магнитной микрогравитации является пока наилучшим приближением состояния длительной Н. в земных условиях; относит. простота и доступность этого метода позволяют заменить ряд дорогостоящих исследований на орбитальной станции лабораторными экспериментами на Земле.

Невесомость в космонавтике

Длительная Н. возникает на КА, совершающем движение по орбите. Вследствие значит. отличия состояния Н. от привычных земных условий в космонавтике возникает целый ряд проблем (напр., технич., биологич.). Наиболее серьёзные технич. проблемы связаны с функционированием систем КА, в которых имеются ёмкости, частично

наполненные жидкостью. Напр., в двигательных установках с жидкостными ракетными двигателями топливо из-за Н. может занимать произвольное положение в баках, т. е. нормальное функционирование системы, напр. подача компонентов топлива из баков, будет нарушено. В условиях Н. применяются спец. технич. приёмы для разделения жидкой и газообразной фаз, напр. в топливных баках, в системах жизнеобеспечения, в топливных элементах системы энергоснабжения.

Н. сильно влияет на организм человека в процессе космич. полёта. Напр., в условиях Н. вестибулярный аппарат и информация от др. рецепторов не дают правильного представления о пространственном положении тела, появляются также вестибулярные расстройства (напр., головокружение, тошнота). Предварит. тренировка космонавтов снижает проявления этих расстройств. Снижение нагрузки на мышечную систему в условиях Н. приводит к атрофии мышц. В процессе полёта усиливается вывод из организма химич. элементов, входящих в состав биологич. тканей (азот, фосфор, калий). В состоянии Н. изменяется обмен веществ, в т. ч. минер. и белковый обмен, что, в частности, приводит к усилению вымывания кальция из костной ткани. Степень проявления изменений зависит от индивидуальных особенностей организма и продолжительности полёта. Для компенсации возникающих нарушений применяются спец. комплексы физич. упражнений. Созданная в России система мед. обеспечения позволяет регулировать степень неблагоприятного воздействия Н. и обеспечить осуществление длительных полётов космонавтов. Один из возможных способов устранения неблагоприятного воздействия Н. в будущих космич. полётах – создание в КА условий искусств. тяжести.

Космич. исследования дают огромный теоретич. и эксперим. материал для изучения особенностей протекания в условиях Н. физич. процессов в жидкостях, газах, металлах, полупроводниках и др. Так, ряд технологич. процессов возможен только в условиях Н. В Н. не действует закон Архимеда, поэтому значительно снижается роль тепловой конвекции, исчезает явление плавучести; изменяются процессы кристаллизации и затвердевания образцов. В Н. возможно бесконтейнерное удержание в пространстве любых веществ в жидком состоянии, в т. ч. расплавов. Тепловая обработка расплавов без контакта со стенками контейнера (т. е. обработка бесконтейнерными методами) позволяет получать особо чистые материалы. В условиях Н. открываются принципиально новые возможности для создания материалов с улучшенными характеристиками (повышенной однородности, улучшенной структуры и др.). Напр., можно получать сплавы металлов с равномерным распределением упрочняющей фазы по объёму образца; стёкла с заданным распределением показателя преломления, монокристаллы полупроводников (обладающие хорошими электрофизич. свойствами) с равномерным распределением по объёму примесей. Практич. решение этих важных научно-технич. проблем стало возможным благодаря созданию долговрем. пилотируемых орбитальных станций. Однако в реальном космич. полёте полная Н. не может быть достигнута по ряду причин: из-за микроускорений на КА, обусловленных его вращением; неоднородности гравитац. поля в пределах КА; сил негравитац. природы (аэродинамич. торможение, работа реактивных двигателей и др.). На пилотируемых орбитальных комплексах амплитуды возмущений изменяются от 10^{-6} до $10^{-1}g$, а значения частотного спектра – от 0,01 до нескольких сотен Гц. Источниками вибровозмущений на космич. станциях являются агрегаты системы терморегулирования, компрессоры бортовых кондиционеров, насосы, вентиляторы и т. д., а также физич. упражнения экипажа. Для уменьшения влияния возмущений при проведении экспериментов используют виброзащитные платформы.

Литература

Лит.: Geim A. Everyone's magnetism // Physics Today. 1998. September; Сивухин Д. В. Общий курс физики. 5-е изд. М., 2010. Т. 1: Механика.

Processing math: 0%