

Изобретение относится к учебным приборам по теоретической механике и физике и может быть использовано для наглядной демонстрации законов вращательного движения, а также для проведения лабораторных работ по данной теме.

Известен центробежный пружинный регулятор [1], служащий для демонстрации законов вращательного движения. Прибор содержит основание, привод, кинематически связанную с приводом и размещенную на основании механическую систему вращения, состоящую из центрального валика и центробежных грузов, связанных с валиком посредством рычагов, шарнирно соединенных с валиком, а также средство регистрации в виде тахометра.

При подключении привода центральный валик начинает вращаться, приводя в движение рычаги и центробежные грузы. При этом изменяется угол наклона стержней к центральному валику. А положение центральных грузов определяется визуально для каждого значения угловой скорости, величина которой определяется либо расчетным путем, либо по показаниям тахометра. Прибор не позволяет произвести непосредственный замер центробежной силы, а попытка определить ее расчетным путем приведет к значительным погрешностям в вычислениях, вследствие визуального замера расстояния от грузов до оси вращения и меняющегося угла между рычагами и центральным валиком (например, случай неполного выхода центробежных грузов).

Известен также учебный прибор, содержащий основание и привод, кинематически связанную с приводом и размещенную на основании механическую систему вращения, состоящую из валика и центробежных грузов, связанных с валиком посредством рычагов, а также средство регистрации.

При работе этого прибора от автономного привода вращение передается на центральный валик. При этом приводятся во вращение симметрично расположенные рычаги с центробежными шарообразными грузами на концах. Эти грузы под действием возникающей центробежной силы оказывают давление на стенки полых полуцилиндров, заставляя их приходить в движение и, сжимая пружины, передавать движение тягам, несущим шкалу, по которой визуально может быть определена центробежная сила.

Недостатком известного прибора является недостаточная точность определения центробежной силы, вследствие конструктивных особенностей прибора. Так как крепление полуцилиндров с пружинами и тягами произведено с помощью подвижного соединения при надавливании шарообразных грузов на стенки, полуцилиндры могут перемещаться не только в горизонтальном направлении, но и имеют возможность поворота относительно точки шарнирного закрепления. При этом траектории движения противоположных точек закрепления концов рычагов и тяг пересекутся, т.е. возможна поломка прибора (деформация тонкостенных полуцилиндров, изгиб тяг, разрушение шарнирных соединений и т.п.). Следовательно, для обеспечения нормальной работоспособности известного прибора следует ограничить угол отклонения рычагов от вертикали до 5° , максимум 10° . Однако при таком незначительном угле отклонения (если это удастся обеспечить, ведь в данном приборе это не предусмотрено), учитывая, что при движении полуцилиндров необходимо преодолеть силу упругости пружины (а жесткость ее должна быть достаточной для того, чтобы вернуть полуцилиндры и всю систему тяг со шкалой в исходное положение), центробежная сила окажется весьма незначительной по величине. Поэтому вряд ли путем визуального наблюдения она может быть точно замеряна. Кроме того, определенные трудности и неудобства связаны с расчетом и обеспечением строго определенной угловой скорости вращения, необходимой для определения безопасного угла отклонения рычагов от вертикали. Таким образом, наряду с невысокой точностью прибора он имеет довольно узкие функциональные возможности, т.к. центробежную силу можно измерять только для одного строго определенного положения рычагов.

Целью предлагаемого изобретения является повышение точности определения центробежной силы при одновременном расширении функциональных возможностей.

Поставленная цель достигается тем, что механическая система вращения снабжена радиальными направляющими для размещения в них центробежных грузов, центральный валик подпружинен в осевом направлении, выполнен с радиальным отверстием и снабжен штифтом, установленным в радиальном отверстии, а рычаги выполнены с прямолинейными продольными пазами, взаимодействующими со штифтом, при этом средство регистрации выполнено в виде индикатора, установленного с возможностью контакта с торцом центрального валика.

Подпружинив центральный валик, обеспечивают ему возможность перемещения в осевом направлении относительно основания корпуса. При этом торец центрального валика взаимодействует с регистрирующим устройством, например, индикатором, проградуированным в единицах центробежной силы, что, в целом, позволяет повысить точность определения центробежной силы. В центральном валике выполнено радиальное отверстие, в котором размещен штифт. Этот штифт необходим для соединения центрального валика с рычагами. Сами рычаги выполнены с прямолинейными продольными пазами. Штифт вставлен в эти пазы таким образом, что при вращении механической системы рычаги поступательно перемещаются относительно центрального валика. При этом угол наклона рычагов к оси центрального валика остается неизменным, например, равным 45° , что повысит точность определения центробежной силы. Кроме того, размещение центробежных грузов в радиальных направляющих, которыми снабжена механическая система вращения, позволяет обеспечить, во-первых, безопасную работу прибора, во-вторых, позволяет увеличить диапазон измеряемых величин центробежной силы, т.е. позволяет расширить функциональные возможности прибора. Кроме того, отпадает необходимость визуального наблюдения за "расхождением" центробежных грузов. Таким образом, в зависимости от расстояния, на которое раздвинулись грузы, показаниями индикатора будет зафиксирована соответствующая центробежная сила (и не имеет значения достигли грузы предельной отметки или заранее выбранной риски, или не достигли, центробежная сила будет иметь соответствующее значение), т.е., опять-таки повысится точность определения центробежной силы, причем, при одновременном расширении функциональных возможностей, т.к. конструкция предлагаемого прибора позволяет одновременно с центробежной силой измерять известными способами и угловую скорость механической системы вращения. А это в свою очередь позволит расширить функциональные возможности

за счет демонстрации на приборе законов сохранения кинетических моментов механической системы. Следовательно, прибор может быть использован и в качестве лабораторной установки.

Во всех известных конструкциях крепления рычагов с центробежным валиком осуществляется так, что позволяет рычагам осуществлять вращательное движение (качание) относительно точки закрепления их с центральным валиком. В предлагаемом же приборе выполнение рычагов с прямолинейными продольными пазами позволяет рычагам перемещаться поступательно относительно центрального валика, оставляя постоянным угол наклона рычагов к центральному валу, что, по мнению заявителя, выполнено впервые и позволяет получить положительный эффект. И наконец, в технике имеет место применение индикатора (например, для замера удлинения болта при затяжке резьбовых соединений). Однако, в данном случае протарированный в единицах силы индикатор выполняет новую функцию датчика центробежной силы.

Техническая сущность и принцип действия предлагаемого учебного прибора для демонстрации законов вращательного движения поясняется чертежом, где представлен общий вид прибора.

Учебный прибор для демонстрации законов вращательного движения содержит основание 1 и привод 2, кинематически связанную (например, ременной передачей 3) с приводом 2 механическую систему вращения, состоящую из центрального валика 4, связанных с центральным валиком с помощью рычагов 5 центробежных грузов 6. Центробежные грузы 6 размещены в радиальных направляющих 7. Центральный валик 4 подпружинен пружиной 8 в осевом направлении и выполнен с радиальным отверстием, в котором установлен штифт 9. Рычаги 5 выполнены с прямолинейными продольными пазами 10, взаимодействующими со штифтом 9. Кроме того, учебный прибор снабжен средством регистрации центробежной силы. Средство регистрации выполнено в виде индикатора 11, проградуированного в единицах центробежной силы и установленного, например, на кронштейне 12 с возможностью контакта, например, с верхним торцом 13 центрального валика 4. Возможен вариант размещения индикатора с возможностью контакта с нижним торцом центрального валика.

Работа прибора осуществляется следующим образом.

От привода 2 через ременную передачу 3 вращение передается на центральный валик 4 механической системы вращения. При этом рычаги 5, связанные с центральным валиком 4 с помощью штифта 9, с центробежными грузами 6 на концах и радиальные направляющие 7 также получают вращение. Под действием возникающей центробежной силы центробежные грузы 6 начинают перемещаться вдоль радиальных направляющих 7. Продольные пазы 10, перемещаясь вдоль штифта 9, доходят до упора и при дальнейшем перемещении центробежных грузов вместе с рычагами 5 стремятся переместить центральный валик 4. Пружины 8 сжимаются, центральный валик перемещается в осевом направлении вверх. Торца 13 центрального валика приводит в движение ножку индикатора 11, который фиксирует значение центробежной силы. После выключения привода пружины 8 возвращают тела, входящие в механическую систему вращения, в исходное положение. Затем опыт можно повторить необходимое число раз.

Использование прибора для демонстрации законов вращательного движения позволит повысить точность определения центробежной силы при одновременном расширении функциональных возможностей за счет возможности параллельного измерения угловой скорости и демонстрации законов сохранения кинематического момента механической системы. Следовательно, предлагаемый прибор может быть использован в качестве лабораторной установки. А это будет способствовать развитию у студентов интереса и изучаемым темам, т.е. повышению эффективности учебного процесса за счет более полного усвоения учебного материала.

