

Грицюк Александр Васильевич, д.т.н., доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Ревелюк Иван Сергеевич, аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ 4ДТНА1

Для улучшения надежности двигателя необходимо снижать динамические нагрузки от воздействия крутильных колебаний на узлы и агрегаты как всей трансмиссии в целом, так и двигателя в частности. Одним из путей гашения крутильных колебаний является применение силиконового демпфера.

Однако данный демпфер должен быть спроектирован и изготовлен таким образом, что бы диапазон его наиболее эффективной работы приходился на резонансные частоты вращения коленчатого вала двигателя. Другими словами демпфер должен быть определенным образом настроен.

Для корректной настройки демпфера необходимо провести полный комплекс расчетов двигателя на крутильные колебания. Для этого задаются исходными данными, такими как массовые моменты инерции и жесткости кривошипов и других элементов коленчатого вала. Если массовый момент инерции кривошипа можно получить, построив 3D модель в программном комплексе САПР, таком как SolidWorks или Autodesk Inventor, то жесткость кривошипа определить таким образом невозможно.

Для определения жесткости коленчатого вала применяются расчетные и экспериментальные методы, однако выполнение оценки жесткости коленчатого вала с помощью расчетных методов не дает достаточно точных результатов.

Это происходит из-за того, что при расчетах применяются эмпирические формулы. Существует множество различных эмпирических формул для расчета жесткости коленчатого вала, как отечественных авторов, так и зарубежных. Наиболее часто применяемыми среди них являются формулы, которые разработаны С.С. Зиманенко, фирмой Зульцер, Коломенским машиностроительным заводом, В.П. Терских, Картером и С.П. Тимошенко. Однако все эти формулы не учитывают конструктивные особенности коленчатого вала, такие как галтели, отверстия для подвода масла, форму щек и противовесов и т.д.

Исходя из всего вышесказанного, наиболее точным является экспериментальный метод определения жесткости коленчатого вала.

В государственном предприятии “Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению” был разработан стенд (рис. 1) для проведения эксперимента по определению жесткости коленчатого вала. Коленчатый вал устанавливается на стенд на крайние опоры 1-й и 5-й коренными шейками, и соединяется с траверсой со стороны фланца под установку маховика посредством переходной шлицевой втулки. От проворачивания коленчатый вал фиксируется с помощью центральной опоры, которая благодаря смещению

относительно продольной оси вала фиксирует одну из шатунных шеек таким образом, что плоскость кривошипа располагается горизонтально.

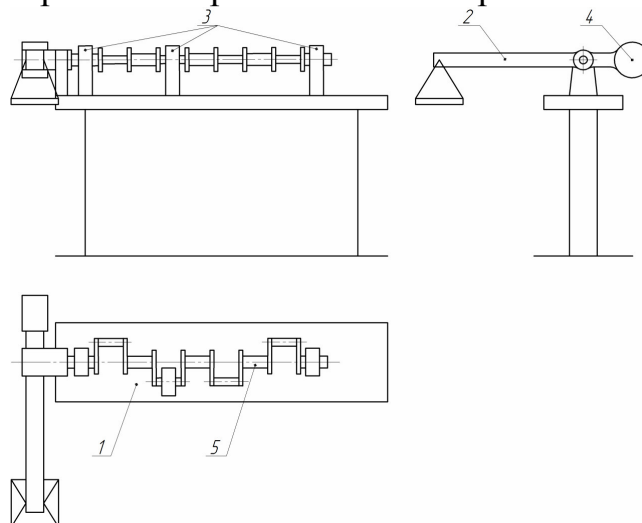


Рис. 1. Схема стенда для определения жесткости коленчатого вала. 1 – стол стенда; 2 – траверса; 3 – опоры; 4 – противовес; 5 – коленчатый вал

Измерение величины угла закрутки коленчатого вала производится индикаторами часового типа. Индикаторы жестко закрепляются на столе стенда, а ножки индикаторов должны касаться флажков, смонтированных на коренных шейках коленчатого вала. Расстояние от точки касания ножки индикатора до оси коленчатого вала составляет 90 мм.

После закрепления коленчатого вала создается необходимый скручивающий момент путем помещения груза в корзину, с помощью которой производится нагружение и производятся замеры перемещения флажка, что, в дальнейшем, будет пересчитано в относительный угол закрутки $\Delta\varphi$.

Далее добавляется груз, и повторяются действия, описанные выше.

После чего закрепляется следующая шатунная шейка, и эксперимент проводится вновь.

После проведения предварительного эксперимента было обнаружено, что при данной схеме закрепления коленчатого вала и нагружения, в системе возникает не только скручивающий момент, но и момент, изгибающий ось вала, что вносит некоторые искажения показаний.

Для устранения данного негативного эффекта применили метод математического планирования эксперимента и провели четыре группы испытаний (2 положения вала и 2 направления приложения нагрузки), основанных на ортогональных математических планах второго порядка для двух переменных, варьируемых на трех уровнях.

Используя полученные результаты измерений, были составлены 16 полиномиальных уравнений. Их последующая обработка и, как результат, получение величины жесткости участка коленчатого вала, является задачей дальнейших исследований.