

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

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ДЕМПФИРОВАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ВЫСОКООБОРОТНОГО ДИЗЕЛЯ

Современные тенденции развития рынка требуют от отрасли двигателестроения выполнения целого комплекса мероприятий по улучшению характеристик двигателя, таких как экономичность и надежность, а также соблюдения экологических стандартов для минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

Для улучшения показателей надежности двигателя необходимо применять мероприятия по снижению динамической нагрузки на узлы двигателя и трансмиссии.

Рассмотрим их более. Основными из них являются:

1. Установка гасителя крутильных колебаний. На данный момент наиболее распространенными являются демпферы трения и маятниковые антивибраторы. Маятниковый Антивибратор представляет собой груз, подвижно закрепленный на коленчатом валу и оказывающий воздействие на ускорения коленчатого вала, возникающие вследствие крутильных колебаний. Недостатком маятникового антивибратора является его жесткая настройка на определенную частоту вращения коленчатого вала, в результате чего он бесполезен на других режимах работы двигателя. В отличие от маятниковых антивибраторов резиновые и силиконовые демпферы работают во всем диапазоне частот вращения коленчатого вала, в результате чего они и получили наибольшее распространение в автотракторных двигателях. Их устанавливают в местах наибольших амплитуд колебаний. Силиконовые демпферы особенно эффективны в установках с многоцилиндровыми четырехтактными двигателями внутреннего сгорания, в которых возникает одновременно несколько резонансов различных порядков, следовательно, применение маятниковых антивибраторов становится затруднительным. Преимущественно демпферы устанавливаются на носок коленчатого вала дизеля, где крутильные колебания достигают самых больших значений. При этом они нередко совмещают ещё и функцию привода вспомогательного оборудования.

2. Введение между двигателем и трансмиссией элемента, сглаживающего колебания. Так, фирмы «Audi», «Skoda» и «Volkswagen» на свои четырехцилиндровые двигатели новых поколений устанавливают двухмассовые маховики. Упругий элемент между массами маховика гасит крутильные колебания, а также уменьшает шум за счет поглощения вибраций. Однако, следует не забывать, что данное конструктивное мероприятие еще не

доказало свою надежность, а, следовательно, признавать традиционные гасители морально устаревшими пока рано.

Также в последнее время появилось большое количество работ, связанных с разработкой интегрированного стартер-генератора. Сегодня известны три типа совмещенных стартер-генераторов: асинхронные, синхронные и вентильные индуктивно-реактивные. Стартер-генератор представляет собой комбинированную электрическую машину, установленную между двигателем и коробкой перемены передач. Статор закрепляется на блоке картере, а ротор на коленчатом валу вместо маховика. В стартерном режиме стартер-генератор позволяет отказаться от традиционно применяемого редуктора, являющегося маховиком ДВС. Это также позволяет реализовать экономящую топливо во время остановки автомобиля систему «стоп-старт». Также возможен режим совместной работы ДВС и интегрированного стартер-генератора, при котором стартер-генератор будет помогать ДВС при разгоне, существенно повышая динамику разгона и крутящий момент двигателя.

Однако повсеместному внедрению интегрированного стартер-генератора препятствует высокая стоимость, низкая ремонтпригодность и сложность электронного блока управления, необходимого для его эффективной работы.

3. Изменение собственной частоты системы. Изменение системы может быть произведено только за счет изменения жесткостей и моментов инерции тех ее участков, которые находятся вне системы двигателя. Рекомендуется смещать опасное значение частоты вращения коленчатого вала в сторону увеличения (за рабочие обороты) и таким образом исключать даже кратковременную работу на резонансных режимах.

4. Изменение порядка работы цилиндров двигателя. В ряде случаев приводит к значительному ослаблению отдельных резонансных режимов. Главным фактором, влияющим на выбор порядка работы цилиндров двигателя, является его уравновешенность и характеристика крутильных колебаний, как в коленчатом валу, так и во всей трансмиссионной системе в целом. Так, переход от классического порядка работы цилиндров шестицилиндрового рядного двигателя 1-5-3-6-2-4 к порядку 1-2-4-6-5-3 приводит к уменьшению амплитуд колебаний на режимах $n = 1300 \text{ мин}^{-1}$ и $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$. Но при данном порядке работы ухудшаются условия работы коренных подшипников, поскольку подряд работают 1-й и 2-й, а также 5-й и 6-й цилиндры.

Возникновение проблемы крутильных колебаний в узлах дизеля БДТНА на этапе его проектирования, обуславливает необходимость применения современных расчетных методов на основе специализированных программных комплексов для проведения исследований с целью решения данной проблемы.

Предварительный анализ способов демпфирования крутильных колебаний показывает, что наиболее оптимальным вариантом для снижения динамической нагрузки в узлах дизеля БДТНА является установка силиконового демпфера крутильных колебаний.