

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СИЛ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ПРИ ПОВОРОТЕ МОТОЦИКЛА

Булкин Виктор Александрович

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Петрученко А.Н.
(Белорусский национальный технический университет)*

В данной работе рассматривается влияние гироскопических сил от коленчатого вала и способ их уравнивания.

Кривошипно-шатунный механизм является достаточно сложным механизмом. Его звенья, движущиеся с ускорением, развивают силы инерции. Эти силы передаются на корпус двигателя и далее на остов транспортного средства, что ухудшает комфортность, а в мотоциклах ещё и управляемость из-за вибраций.

При классическом анализе двигателей на динамическую нагруженность рассматривают следующие силы и моменты:

1. Силы инерции возвратно-поступательного движущихся масс 1-го и 2-го порядков.

2. Центробежные силы инерции от вращающихся неуравновешенных частей КШМ.

3. Продольные моменты от сил инерции 1-го и 2-го порядка.

4. Продольные моменты от центробежных сил инерции.

5. Неравномерный крутящий момент, равный и противоположно направленный опрокидывающему моменту.

6. Реактивные, переменные по величине, силы и моменты от неравномерно движущихся в двигателе жидкостей и газов, а также реакции от силы тяги лопастных вентиляторов.

Однако существуют двигатели, в которых появляется ещё один источник, нагружающий детали КШМ – гироскопический

момент. Достаточно сильно он проявляется в двигателях, у которых коленчатый вал вращается с большими угловыми скоростями порядка 8000-11000 об/мин. Такие двигатели применяются преимущественно на мотоциклах, у которых всего две точки опоры, и поэтому влияние гироскопических сил на управляемость будет существенным. Также именно гироскопический эффект ограничивает применение на скоростных мотоциклах продольное расположение двигателя, когда коленчатый вал расположен вдоль рамы, так как это вызовет потерю контроля над мотоциклом при выходе из поворота на высокой скорости. Учитывая эти данные, был проведён анализ одного из методов снижения вредного воздействия гироскопического эффекта.

Рассмотрим коленчатый вал с двумя шатунными шейками и, соответственно, тремя коренными. При повороте данного коленчатого вала в горизонтальной плоскости парой сил F_1 и F_1' и его одновременном вращении по часовой стрелке возникают гироскопические силы F_2 и F_2' . Эти силы образуют момент, который стремится повернуть коленчатый вал в вертикальной плоскости (рисунок 1).

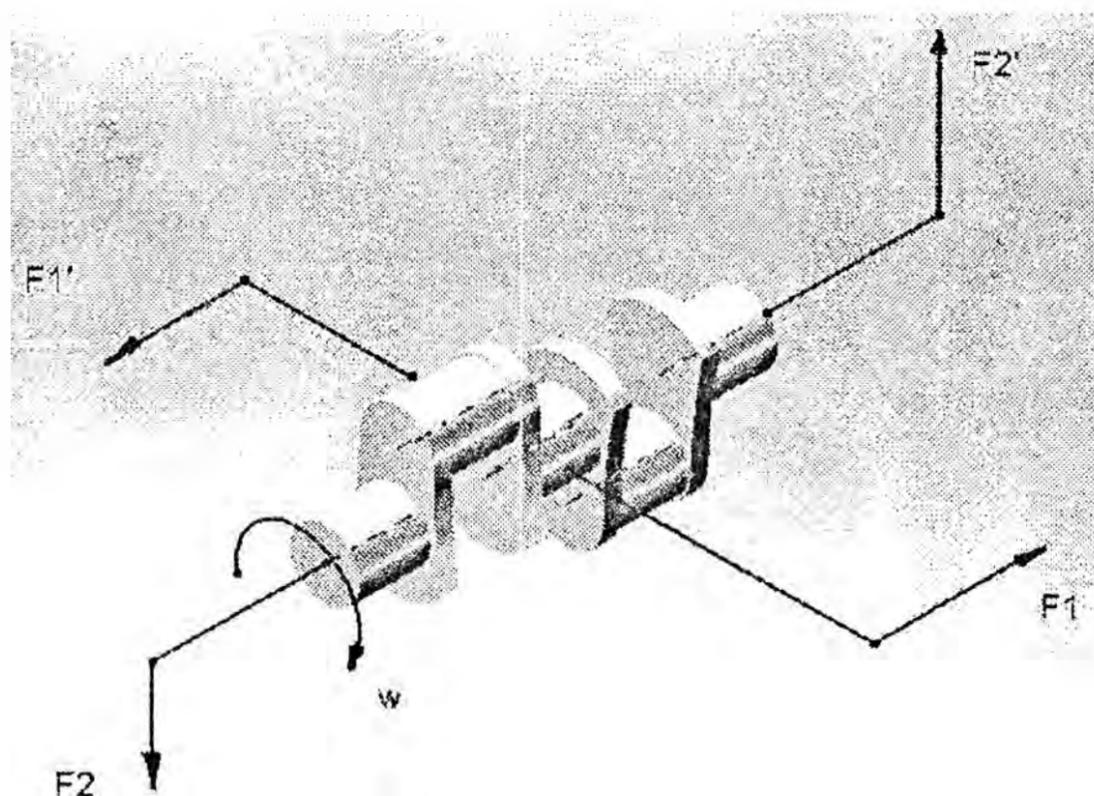


Рисунок 1 – Гироскопические силы

А теперь представим, что этот коленчатый вал установлен в мотоциклетном двигателе. Причём двигатель расположен на раме продольно. Таким образом, получается, что при повороте мотоцикла как раз и возникает гироскопический эффект. При этом гироскопические силы будут воздействовать через коренные опоры на картер двигателя, а тот, в свою очередь, через крепления двигателя на раму. В зависимости от направления поворота (левый или правый) гироскопический момент будет или прижимать переднее колесо к дороге, и отрывать заднее колесо, или прижимать заднее колесо, а отрывать переднее. Однако данные силы будут не столь значительны по сравнению с центробежными силами, которые возникают при наклоне мотоцикла в повороте, и особых проблем не вызовут. Но при выходе из поворота они не позволят легко выровнять мотоцикл, снижая управляемость и тем самым скорость выхода из поворота. Решение этой проблемы особенно актуально для мотоспорта, где возможность применения продольно установленного двигателя позволит улучшить габаритные и аэродинамические параметры.

Одним из методов исключения влияния гироскопических сил является применение разрезного коленчатого вала, половины которого вращаются в разные стороны, но с одинаковыми угловыми скоростями. Согласование вращения может происходить при помощи конических шестерён или других механизмов, что не столь важно.

Рассмотрим такой вал. Конические шестерни показаны условно. Так как направление гироскопических сил зависит от направления вращения коленчатого вала, то при действии на коленчатый вал сил F_1 и F_1' в разных половинах вала возникают силы F_2 и F_2' , F_3 и F_3' . При этом F_2 и F_3 , F_2' и F_3' равны и сонаправлены (рисунок 2). Таким образом, возникающие гироскопические моменты будут компенсироваться жёсткостью картера. На опоры двигателя, и, соответственно, на мотоцикл будет действовать уже не момент, а направленная сила, которая не вызовет проблем при выходе из поворота.

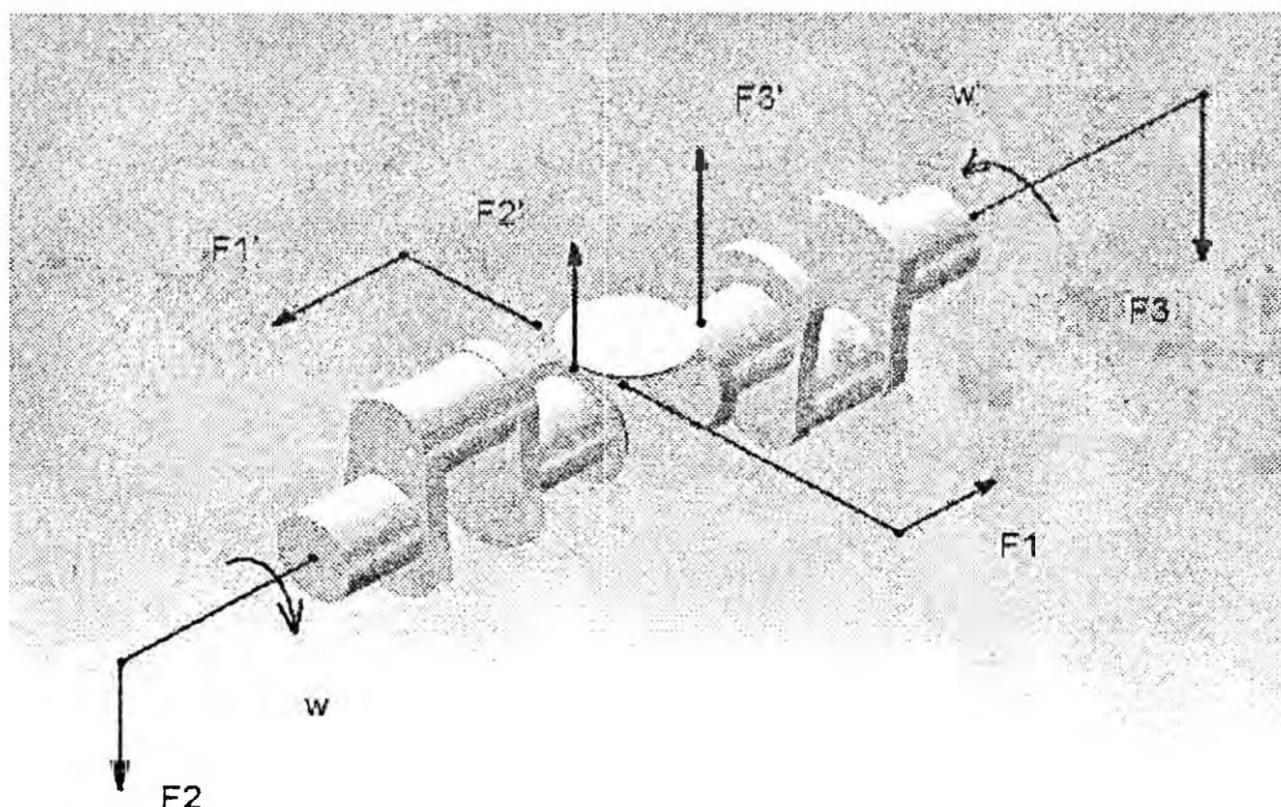


Рисунок 2 – Схема уравнивания гироскопических сил

Естественно, что основная сложность такой конструкции состоит в разрезном коленчатом вале. Однако в настоящее время такие конструкции существуют и устанавливаются на машинах специального назначения, но с несколько другими целями – выключение нескольких цилиндров из работы для экономии топлива при частичных нагрузках.

УДК 621.436

ТЕПЛОВАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЕЙ И МЕТОДЫ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

Жарнов Михаил Викторович

Научный руководитель – д-р техн. наук, проф. Кухаренок Г.М.

(Белорусский национальный технический университет)

В данной работе рассматриваются проблема перегрева распылителя форсунки и методы ее решения на двигателях Минского моторного завода.