

ПАГУБНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГИРОСКОПИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА НА МЕХАНИЗМЫ МЕТОДЫ БОРЬБЫ

Лановский Н.А.¹
НИ ТПУ, ИШПР, 2Е31, студент,
e-mail: nal23@tpu.ru

Впервые термин «гироскоп» был описан в трудах французского учёного Леона Фуко. Именно он ввёл это понятие и благодаря нему гироскоп на кардановом подвесе начали использовать в навигации. Гироскоп – твёрдое тело, быстро вращающееся вокруг своей оси, которая в свою очередь тоже способна к вращениям (прецессии). Ось, вокруг которой вращается тело – собственная ось вращения гироскопа. Ось, вокруг которой происходит прецессия – ось прецессии.

Кинетический момент – векторная величина, характеризующая количественную меру вращательного движения. Прецессионное вращение гироскопа намного меньше его собственного вращения, поэтому в элементарной теории гироскопа принято пренебрегать прецессионной угловой скорости. Тогда получаем, что кинетический момент собственных вращений гироскопа находится через формулу:

$$\vec{G} = \vec{\omega}_1 * I, \quad (1)$$

где ω_1 – собственная угловая скорость; I – момент инерции тела относительно оси собственного вращения.

Из теоремы об изменении кинетического момента следует что изменение направлено в ту же сторону что и момент силы вызывающий это изменение. Получается, что вектор кинетического момента, а вместе с ним и ось гироскопа, будет направлен вдоль своего изменения, то есть в сторону момента внешних сил, что и соответствует теореме Резаля: Скорость конца вектора кинетического момента численно и по направлению равна главному моменту внешних сил.

Так как момент внешних сил вызывает прецессионное вращение гироскопа с угловой скоростью ω_2 , и при этом гироскоп совершает вращение вокруг собственной оси с угловой скоростью ω_1 возникает пара Кариолисовых сил, что способствует возникновению момента направленного против момента внешних сил. Этот момент называется гироскопическим. Он и является причиной гироскопического эффекта характер, которого описывается в правиле Жуковского: если устройство вызывает вынужденную прецессию у гироскопа, то гироскоп действует на это устройство с гироскопическим моментом, который стремится совместить ось собственного вращения с осью прецессии.

Сила этого действия выражается из уравнения гироскопического момента:

$$\overline{M^{\text{гир}}} = I * (\omega_1 \times \omega_2) \quad (2)$$

И равна:

$$F = \frac{I * \omega_1 * \omega_2}{l}, \quad (3)$$

где l – плечо пары Кариолисовых сил.

Рассмотрим влияние гироскопического эффекта на примере самолётов, в которых имеется множество деталей быстро вращающихся вокруг, своей оси. Возникновению гироскопического момента в механизмах самолёта может привести в результате 3 закона Ньютона – к изменению направления полёта летательного аппарата. При больших оборотах (увеличивающих момент инерции сборочной единицы), а также при выполнении манёвров на малых скоростях и с малыми радиусами эффект усиливается. К примеру, при пикировании (снижение высоты) под действием гироскопического эффекта самолёт начинает отклоняться от курса в правую сторону (с учётом вращения винта против часовой стрелки относительно пилота, с угловой скоростью ω).

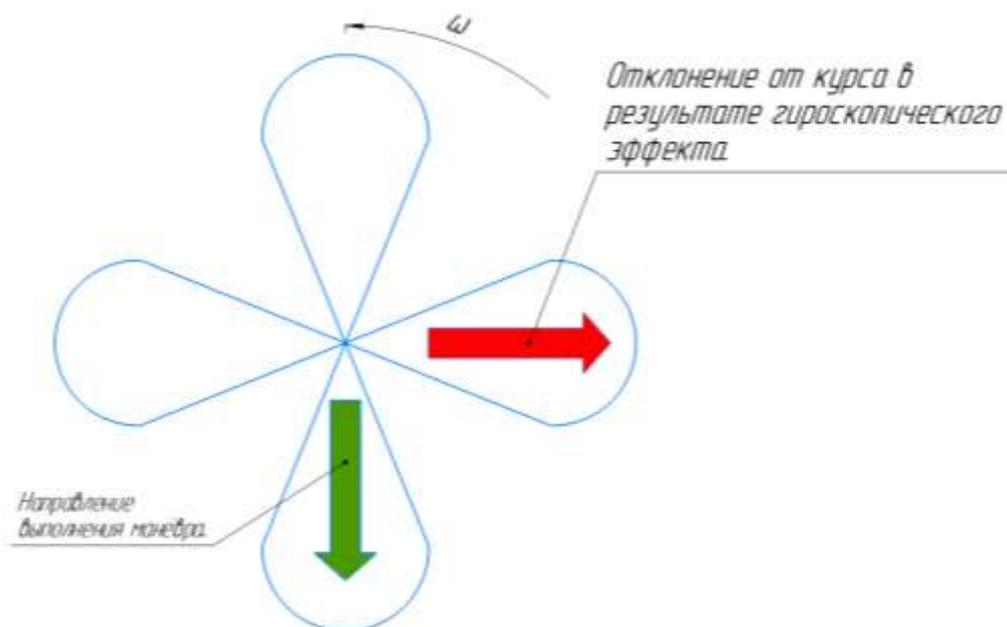


Рис. 1. Винт пикирующего самолёта

Получается, чтобы уменьшить влияние данного эффекта, необходимо уменьшить габариты вращающихся механизмов в процентном соотношении от всего самолёта, так же летательный аппарат не должен снижать свою скорость при выполнении манёвров ниже определённого значения свойственного для каждой модели машины. Так же лётчик должен осознавать и понимать, как влияет этот эффект на управляемость. Разумеется, необходимо хорошо закреплять роторы и другие быстровращающиеся части летательных средств для предотвращения их отрыва.

В кораблестроении проблема, связанная с гироскопическим эффектом также имеется, но суть её другая. В отличие от самолётов, где габариты и веса не большие в кораблях располагаются многотонные роторы двигателей который при неправильном конструировании, может просто оторвать при выполнении резкого манёвра. Проблема с управляемостью тоже присуща кораблям, но в меньшей степени, ведь обычно общая масса судна намного больше массы двигателя.

Так же гироскопический эффект нужно учитывать в различных мельницах, в которых используются 2 колеса, вращающиеся вокруг неподвижной оси. В таких устройствах гироскопический момент утяжеляет колёса делая их эффективными, но при этом усиливает давление на опорную плиту и на весь фундамент в целом. Поэтому это необходимо учитывать в выборе места строительства и состава основания.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод что полностью побороть эффект гироскопа на данный момент невозможно, можно лишь уменьшить его пагубное влияние на механизмы и учитывать действие эффекта при конструировании и эксплуатации машин.

Список литературы

1. Сборник научных статей практической конференции «Научные чтения имени профессора Н.Е. Жуковского» 17–19 декабря 2013 года / М-во обороны Рос. Федерации, Фил. Воен. учеб.-науч. центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2014 – 232 с.
2. Лысов А.Н., Виниченко Н.Т., Лысова А.А. Прикладная теория гироскопов: учебное пособие / А.Н. Лысов, Н.Т. Виниченко, А.А. Лысова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009 – 254 с.
3. Валентин Ковтун, Вильгельм Хегер, Игорь Тревогов, Лина Чаплинская Гироскопическое оборудование – прошлое и настоящее: статья. – Геопрофиль, 2010 – 7 с.