

Автожир не подвержен срыву, но вместо этого может иметь другую смертельную проблему, если он не спроектирован должным образом!

Юкка Тервамяки, ноябрь 2008



Кувырок

Предисловие

Эту историю следовало опубликовать десять лет назад, когда я изначально разрабатывал свой веб-сайт, но я хотел избежать каких-либо плохих чувств, споров и негативных отзывов от автожирного сообщества.

В то время влияние Бенсена и Кена Брока все еще было очень сильным во всех вопросах, касающихся безопасности автожиров, и другие мнения часто подавлялись.

Сейчас времена изменились и ведутся более открытые дискуссии. Теперь у нас есть стандарты ASTM для автожиров в США, и аналогичные правила появляются в Европейском Союзе!

Более 40 лет несчастных случаев со смертельным исходом на автожирах!

Игорь Бенсен построил свои первые гиролайдеры и автожиры в 1950-х годах и вскоре начал всерьез их продавать.

Конструкция была настолько простой и легкой для изготовления, что многочисленные энтузиасты по всему миру начали создавать и экспериментировать с автожирами без полного понимания конструкции, аэродинамики и принципов управления.

Я был одним из тех энтузиастов, заказал чертежи гиролайдера и собрал свою первую машину в 1957 году.

По мере увеличения числа изготовленных аппаратов начали происходить несчастные случаи. В конце шестидесятых годов стало очевидно, что один тип катастроф автожиров был более распространенным.

Распространились разные обсуждения, дебаты и непрофессиональные объяснения о возможной причине этих несчастных случаев.

Сам Бенсен всегда обвинял пилота или плохое качество изготовления, а не свою конструкцию.

«Нулевая перегрузка (Zero-G), переход на малые углы атаки (porpoising), PIO (раскачка пилотом)» или что?

В 1969 году первая катастрофа автожира произошла в Пори, Финляндия, городе на западном побережье Финляндии.

Это был стандартный Bensen «B-8m».

Я был назначен председателем комиссии по расследованию авиационных происшествий. Вскоре мы поняли, что авария была похожа на многие аварии, которые были распространены в США и в других местах.

Это объяснялось как «переход на малые углы атаки» (porpoising) или «нулевая перегрузка» (Zero-G) в журнале PRA, который контролировался Игорем Бенсеном, конструктором автожира B-8m и создателем всего автожирного движения.

Причиной несчастных случаев всегда считалась ошибка пилота, отсутствие подготовки и т.п.

Несчастные случаи продолжали происходить, часто с пилотами, имеющими много часов налета на самолетах.

Тип или причина аварии позже был переименован в PIO, Pilot Induced Oscillation (раскачка пилотом), напоминая нам снова, что причиной был пилот, а не машина.

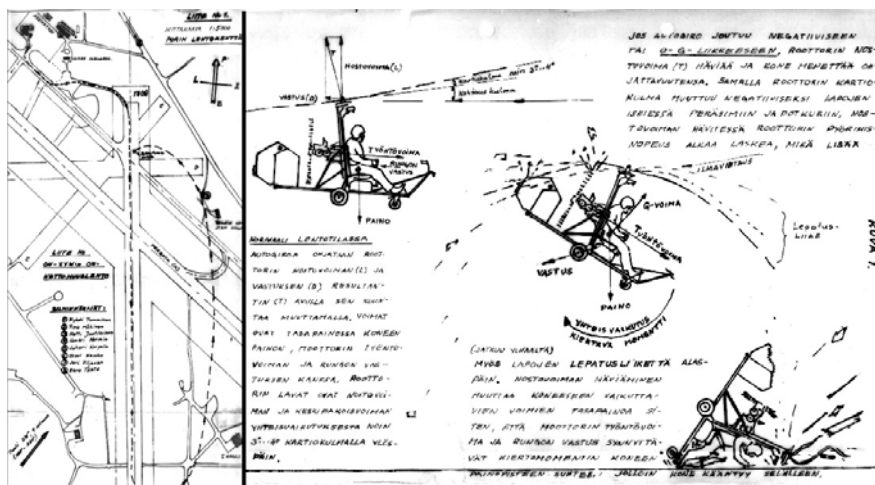
Как правило, в машине впервые были замечены «переход на малые углы атаки» (porpoising), которые увеличивались до точки, где ротор имел отрицательный угол атаки.

В этот момент пилот потерял контроль над машиной, и он начал кувыркаться.

Обороты ротора замедлились, лопасти ударили по хвосту, и в результате - катастрофа.

Это краткое описание - именно то, что произошло в Пори, что привело к гибели пилота, имеющего 1000 часов налета на самолете.

Описание аварии в Пори на финском языке:



Примерно в то же время еще одна подобная авария произошла в Англии с автожиром Уоллиса во время знаменитого авиасалона в Фарнборо.

Пилот был очень опытным летчиком-испытателем.

В то время я был в Фарнборо, но на самом деле не видел, как произошла авария.

Тем не менее, фотографии аварии были опубликованы в газетах, и из последовательности изображений ниже видно, что ротор ударил по вертикальному оперению, и машина рухнула до окончательного столкновения.



Авария на Уоллисе

Проверка необходимости горизонтального оперения

Во время этих аварий я летал на автожире АТЕ-3, машине, которую я построил с Aulis Eerola.

У нас с самого начала был установлено горизонтальное оперение.

Мы решили провести испытания без горизонтального оперения с одним вертикальным оперением и с V-образным оперением большего размера.

Машина летала во всех трех конфигурациях, но без горизонтального оперения оказалась менее устойчивой.

Продольная устойчивость машины с большим V-образным оперением была лучше, но боковая устойчивость была хуже, чем с классическим вертикальным оперением.

Поэтому мы вернулись к первой конфигурации - с горизонтальным и вертикальным оперением.

Я написал статью об этом тестировании в **Sport Aviation** в 1971 году, которая была немедленно перепечатана в WOT (**Wings of Tomorrow**):

<http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gysafety/Loosingfaith.pdf>

Где рекомендовал устанавливать горизонтальное оперение на все автожиры.

Я получил много восторженных писем

(<http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gysafety/HSfeedback.pdf> и <http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gysafety/Ekstromletter.pdf>), но влияние этой статьи было очень незначительным и недолгим.

Однако я был не совсем одинок, спустя несколько месяцев подобное мнение появилось в сентябрьском номере журнала «Helicopter World magazine» 1971 года.

Как я и ожидал, Бенсену не понравилась моя статья.

Когда я был на стенде ЕАА в Ошкоше в 1974 году, он не хотел ни разговаривать со мной, ни смотреть на мой 8-мм фильм о полетах автожира JT-5. На этом наша дружба, к сожалению, закончилась.

Брок, Уоллис и многие другие тоже не согласились, даже спустя 30 лет после многих и многих подобных происшествий.

Несчастные случаи в Финляндии и наши испытания автожира АТЕ-3, безусловно, повлияли на мою следующую конструкцию - автожир JT-5, который появился на моей чертежной доске в 1969 году.

На нем был установлен большое горизонтальное оперение. Первый полет состоялся в 1973 году, и машина показала завидную устойчивость до максимальной скорости 160 км в час.



Большое горизонтальное оперение на автожире JT-5



1989 год - еще одна авария с нулевой перегрузкой (zero-g) в Финляндии!

Я продал свой автожир JT-5 1974 года Vittorio Magni в Италию, который в итоге начал создавать аналогичные конструкции с ротором типа JT-5 и горизонтальным оперением хорошего размера.

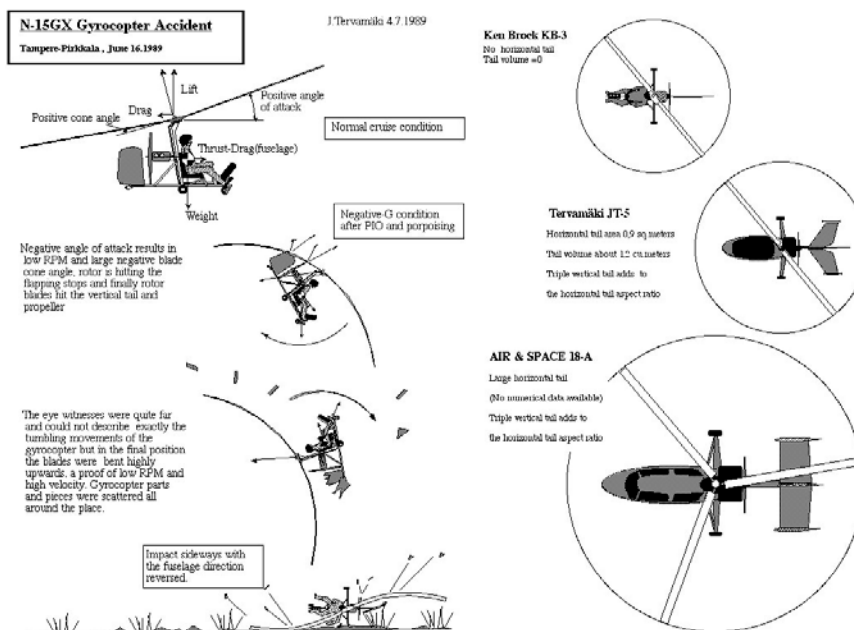
В последующие годы я сосредоточился на мотопланерах и своем следующем проекте, JT-6.

В течение многих лет автожиры были фоном моей деятельности, пока в 1989 г. в Финляндии не произошла еще одна катастрофа.

И снова машина была копией «Бенсена Б-8м» — «Кен Брок КБ-3». Пилот был очень опытным.

Полный отчет об аварии:

<http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gysafety/N-15GX%20Accreport.pdf>



Мои письма в FAA и EAA

Тогда я решил написать письма в FAA и Jack Cox в EAA, чтобы провести тщательное расследование этих несчастных случаев за последние десятилетия и что-то сделать по этому вопросу.

Я получил вежливый ответ от FAA. Их сообщение было более или менее похоже на ... «У нас нет никаких правил для этого случая. Не волнуйтесь, просто дайте им летать и умирать».

Jack Co из EAA не ответил вообще. Возможно, он отправил письмо Бенсену и Броку для комментариев и... вот и все.

Я предложил программу расследования авиационных происшествий, включающую полную статистику аварий на автожирах, начиная с 1960 года, и программу летных испытаний автожиров с горизонтальным оперением и без него.

Однако оказалось невозможным повлиять на вопросы безопасности автожиров из такой крошечной страны, как Финляндия (население 5 миллионов), которую многие американцы, по-видимому, считали за железным занавесом. Потом я отправлял копии этих писем лицам, которые писали об авариях с автожирами в прессе. Но так и не получал ответов.

Статистика NTSB

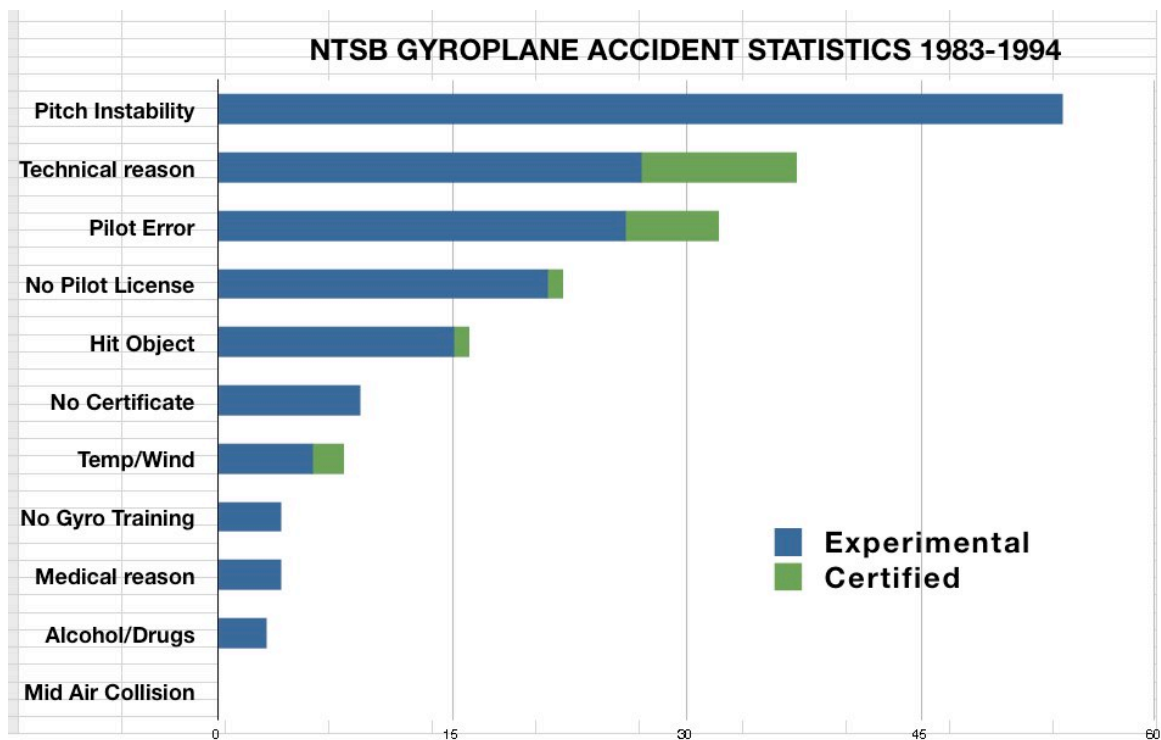
Я не знаю, имела ли моя кампания писем какое-либо влияние, но случилось так, что 3 года спустя NTSB наконец опубликовал статистику аварий автожиров (которую я предлагал в моих письмах), включающую как экспериментальные, так и сертифицированные автожиры:

<http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gysafety/NTSBaccstatistics.pdf>

NTSB сделал свои собственные выводы, а затем различные лидеры мнений высказывали свое виденье в автожирных журналах и газетах. Эти мнения сильно зависели от настроения писателя. В целом, как и прежде, считались виновными пилоты, а не ошибки в конструкции.

Описания аварий в газете NTSB довольно короткие, и свидетели часто не были экспертами, чтобы описать увиденное. Кроме того, в документе NTSB не упоминается, имелось ли горизонтальное оперение или нет.

Мою собственную интерпретацию статистики можно увидеть на графике ниже.



По моим подсчетам, Более 50 катастроф - попадание в нулевую перегрузку произошло за 10 лет. А сколько их было с 1960 по 2000 год?

Я часто задавался вопросом, как это возможно в США, где действуют такие строгие законы об ответственности за качество продукции? Ведь нужен только один вездливый адвокат, чтобы разобраться со всей этой историей несчастных случаев и начать очень неприятные действия.

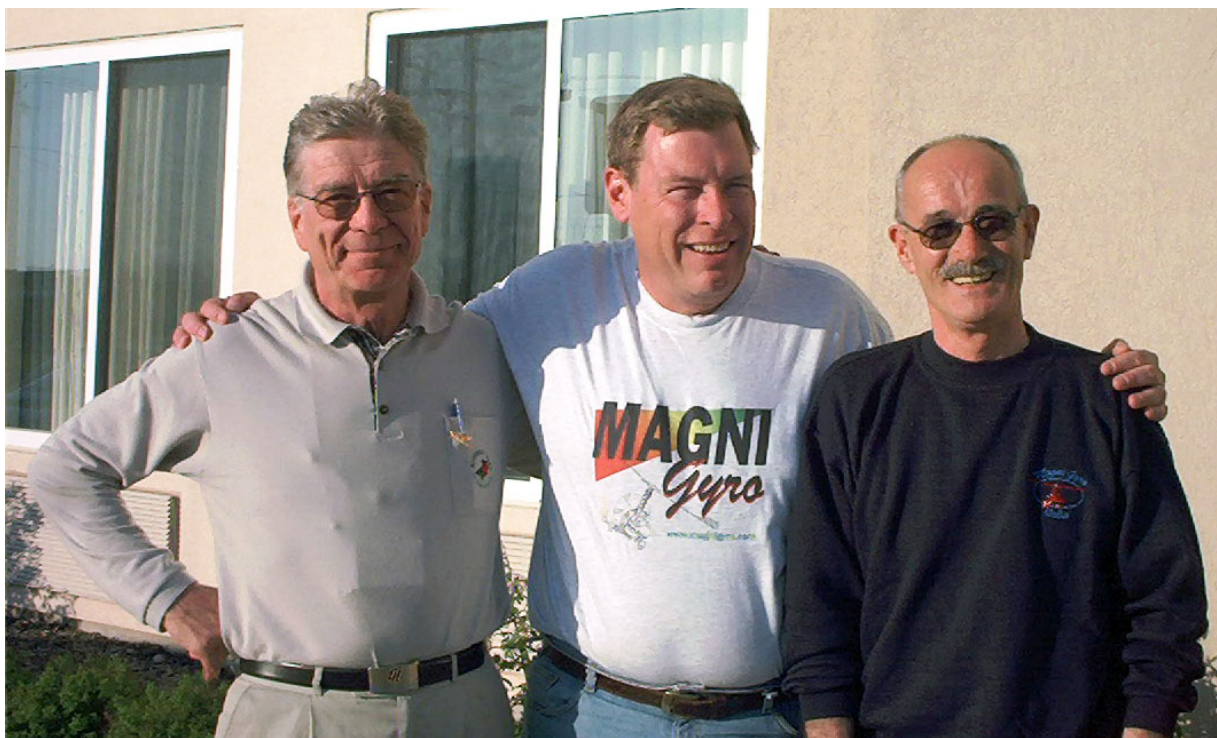
Но, возможно, это были добровольные усилия автожирного сообщества по ограничению перенаселения Земли. ☺

Я рад сообщить, что «У автожиров Magni - завидный рекорд безопасности». Это очень хорошая новость для меня - автожиры Magni являются эволюцией конструкции JT-5 и используют очень эффективное горизонтальное оперение!

Новое тысячелетие и люди, которым небезразлично!

В 2003 году в Hofstra University в Нью-Йорке был проведен симпозиум по автожиру, организованный профессором Bruce Charnov. Среди других влиятельных людей в сообществе автожиров я встретился со своим старым другом Vittorio Magni и с Greg Gremminger - председателем подкомитета ASTM по автожирам и дилером США по версии Magni.

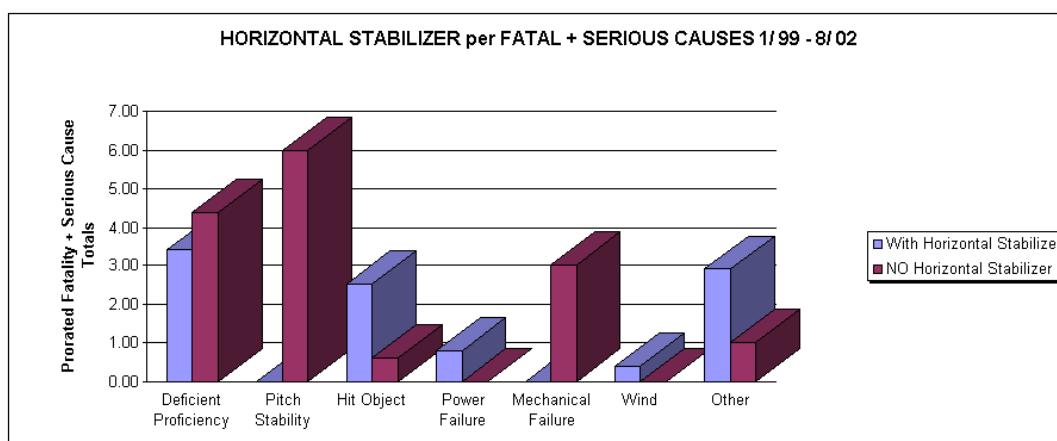
Вскоре я понял, что наконец-то появились настойчивые люди, которые действительно преследовали ту же цель, что и я, - повысить безопасность автожира и остановить сводящий с ума рекорд аварии на экспериментальных автожирах. А Greg Gremminger имеет больше настойчивости, власти и престижа, чем у меня.



Я, Greg и Vittorio в Нью-Йорке

Кувырок! (PITCH INSTABILITY)

В 2002 году, по просьбе FAA США, Greg и другие собрали новые статистические данные о происшествиях и дали новому названию происшествиям с нулевой перегрузкой: КУВЫРОК! Больше пилоты не были единственными виновниками в авариях. Дефектные конструкции, особенно машины, которые не имели горизонтального оперения, были признаны главной причиной несчастных случаев из-за неустойчивости!

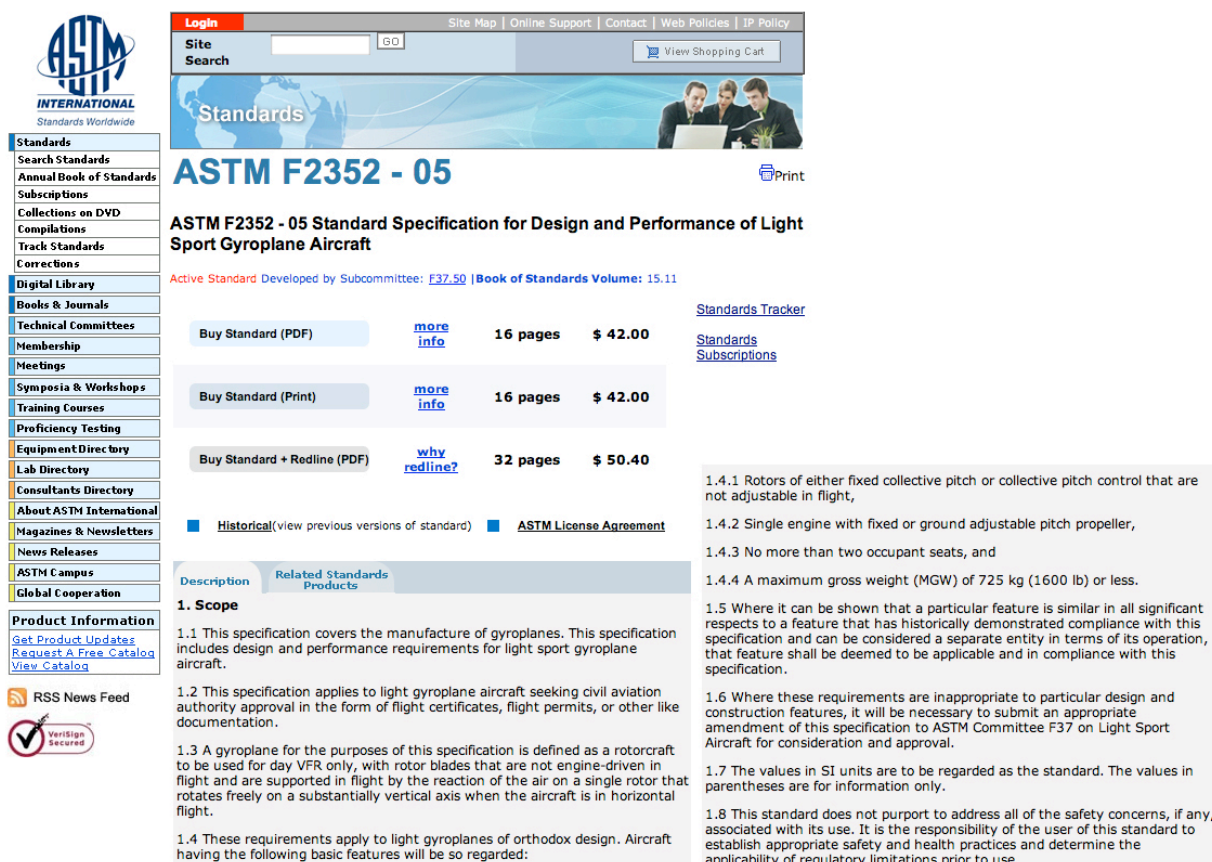


Стандарт ASTM для автожиров.

В США FAA инициировало разработку новых стандартов ASTM для легких спортивных самолетов. Новый стандарт ASTM для автожиров был разработан в соответствии со строгим процессом «консенсуса» несколькими влиятельными людьми в автожирном сообществе.

Из-за моей встречи с Greg в Hofstra University я увлекся голосованием по стандартам для автожиров. Ожидается, что конечный результат, стандарты ASTM для автожиров, путем

повышения осведомленности, знаний и предоставления объективных критериев, по которым можно определить продольную устойчивость конструкции, позволит повысить безопасность в индустрии производства кит-наборов автожиров.



The screenshot shows the ASTM International website. On the left is a navigation menu with links like Standards, Search Standards, Annual Book of Standards, Subscriptions, etc. The main content area displays the title 'ASTM F2352 - 05' and 'ASTM F2352 - 05 Standard Specification for Design and Performance of Light Sport Gyroplane Aircraft'. Below this, there are three purchase options: 'Buy Standard (PDF)' for \$42.00, 'Buy Standard (Print)' for \$42.00, and 'Buy Standard + Redline (PDF)' for \$50.40. To the right of these options is a 'Standards Tracker' section. Below the purchase options, there is a 'Description' section with a '1. Scope' heading. The scope text describes the specification's coverage for gyroplane design and performance. To the right of the scope text, there are several numbered paragraphs (1.4.1 to 1.8) detailing specific requirements and safety considerations.

Моя собственная сводка аварий и инцидентов

Мне повезло, что я избежал проблемы с кувырком в моих экспериментах с автожиром. Тем не менее, у меня была доля инцидентов и несчастных случаев, некоторые из которых были очень серьезными.

Моя страница инцидентов и несчастных случаев:

<http://www.tervis.fidisk.fi/JTsite/safety/Gyroincidents.html>

Добавление

Несколько лет назад в Англии был проведен анализ устойчивости автожира доктором Stewart Houston из University of Glasgow:

http://eprints.gla.ac.uk/4962/1/Advances_in_the..._Flight_Dynamics.pdf

Анализируя автожир Magni M16, он пришел к выводу, что только вертикальное положение центра тяжести относительно линии тяги воздушного винта влияет на динамическую устойчивость автожира.

Этот вывод привел к психозу правильного расположения линии тяги в США, в результате чего появились странные конструкции.

Ниже приводится вывод доктора Stewart Houston:

«Результатом этого исследования было то, что аэродинамика обтекателя или хвостовой части оказывает очень ограниченное влияние на продольную динамику. Это можно понять, принимая во внимание относительно небольшой размер этих поверхностей и низкую скорость, с которой летательный аппарат работает, только при достижении более высокой скоростью эти поверхности оказывают какое-либо существенное влияние. Другие параметры, такие как высота мачты, также были рассмотрены, но этот параметр имел тенденцию оказывать большее влияние на статическую устойчивость, чем на динамическую. Единственным существенным наблюдаемым эффектом было вертикальное расположение центра тяжести относительно линии тяги воздушного винта.

Влияние на продольную устойчивость вертикального С.Г. Положение относительно линии тяги пропеллера

Измерение на автожире VPM M16 показывает, что центр тяжести находится чуть более 25мм (1 дюйма) ниже ступицы винта. Для целей данного исследования были изучены положения линии тяги с этой точки. Рассмотрено изменение продольного и роторно-скоростного режимов для двух конфигураций автожира VPM M16 с линией тяги пропеллера выше на 65мм (3 дюйма) и ниже 65мм (3in) относительно Центра тяжести автожира. Видно, что периодическое колебание (phugoid oscillation) наиболее чувствительно к изменению вертикального положения центра тяжести относительно линии тяги воздушного винта. Фактически, если линия тяги пропеллера проходит достаточно высоко над центром тяжести, то периодическое колебание (phugoid oscillation) становится неустойчивым ».

Мои замечания:

1. Существует значительная ошибка в начальном значении местоположения компьютерной графики в расчетах доктора Хьюстона. Расположение Центра тяжести M16 составляет около 255мм (10 дюймов) ниже линии тяги винта, а не 25мм (1 дюйм), как он упоминает. Несмотря на эту 10-кратную разницу, M16 оказался стабильным в испытательных полетах, выполняемых профессиональными летчиками-испытателями.

2. Еще одна странность в докладе Хьюстона заключается в том, что он упоминает о трех смертельных авариях на автожирах в Великобритании, в которых участвовали Cricket Mk IV, RAF 2000 и Bensen, но не упоминает конфигурацию этих аппаратов.

Основной вопрос: - На этих аппаратах было установлено приличное горизонтальное оперение во время несчастных случаев. Пока я знаю, что ответ - НЕТ.

В Финляндии в настоящее время мы летаем на автожире Orion Magni M24, который имеет тот же ротор и хвостовую часть, что и M16. Вертикальное расположение центра тяжести Orion составляет около 330мм (13 дюймов) ниже линии тяги воздушного винта при полной загрузке.

В течение летнего лётного сезона 2010 года мы отлетали 160 часов с M24. Это включает в себя обучение пилотов 6 студентов-пилотов, 3 из которых уже прошли обучение (15.9.2010). Два студенческих пилота начали обучение без какого-либо другого обучения пилотов вообще.

Несоответствие выводов Хьюстонского отчета и нашего собственного опыта работы с автожирами JT-5 и Magni M24 заставило меня задуматься о том, что такое психоз правильного расположения линии тяги пропеллера? Неужели приличное горизонтальное оперение на автожире не оказывает существенного влияния на его устойчивость?

Мои собственные математические навыки сегодня очень неадекватны и устарели, но мне посчастливилось связаться с заслуженным профессором Seppo Laine, который достаточно заинтересовался вопросом устойчивости автожира, чтобы выполнить новые расчеты того, какое влияние оказывает размер горизонтального оперения на устойчивость автожира M16. Поскольку для выполнения расчетов у нас нет собственных данных измерений, проф. Laine вынужден был использовать значения и допущения из отчета Хьюстона для своего анализа.

Анализ был опубликован Helsinki University of Technology в серии AALTO-AM-18.

Основной вывод этого анализа заключается в том, что для устойчивости M16 необходимо горизонтальное оперение. Кроме того, горизонтальное оперение в M16 составляет примерно правильный размер и расстояние от центра тяжести для скорости 100 км/ч (63 миль / ч), были сделаны расчеты. Согласно расчетам, стабилизатор может быть на 20% больше.

Мой личный вывод состоит в том, что все автожиры должны иметь приличное горизонтальное оперение, и это главная проблема в предотвращении опасных аварий от колебаний индуцированных пилотом (PIO) или кувырка (Pitch Instability).

Большое спасибо профессору Laine за его работу.

Комментарии:

Это все очень интересно и поучительно. Я думаю, что отчеты Хьюстона нанесли ущерб эволюции более безопасных гиропланов, отбросив значение горизонтального оперения и сконцентрировавшись на смещении линии тяги винта.

Работа профессора Лайна дает доверие к нашим аргументам о том, что горизонтальное оперение обеспечивает такую устойчивость автожирам Магни.

Перевод: Google + Сутормин Евгений, 24 мая 2020г.