

Уменьшение шума - 2013

10/9 2011 – Henning Forbech
(Translated by Alex Prokofiev)

Решение об уменьшении шума является политическим решением CIAM. На семинаре по уменьшению шума проходящему в 2010 году на Чемпионате Мира в Венгрии, председатель подкомитета F2 Bengt-Olof Samuelson дал ясно понять, что F2D и другие классы должны удовлетворять стандартному уровню шума установленному CIAM и FAI (96 децибел с 3х метров).

Для классов кордовых моделей дана возможность самостоятельно устанавливать правила, чтобы соответствовать требованиям по шуму. Если какой-то класс не в состоянии (или отказывается) найти приемлемое решение, CIAM скорее всего установит собственные правила по шуму для такого класса. В этом случае станет невозможным проводить соревнования с уровнем шума который мы имеем сейчас.

Введение 6 миллиметрового глушителя в 2011 году, было первым шагом уменьшения шума в F2D. Следующим шагом является введение новых правил начиная с 2013 года. Предложения по новым правилам должны быть отправлены в CIAM не позднее 15 Октября 2011 года.

Целью новых правил является только уменьшение шума. Мы должны насколько это возможно сохранить ту высокую скорость полетов, которую мы имеем сейчас. Идеальным решением было бы уменьшение уровня шума без каких либо изменений техники. Возможно, такого идеального решения не существует. Все имеющиеся идеи по уменьшению шума имеют так же нежелательный побочный эффект, и мы должны каким-то образом решить эти проблемы. В конце концов мы должны сделать выбор и принять новые правила по шуму для класса F2D.

Уменьшение шума в воздушном бою не остановит жалобы людей, и даже с новыми правилами нет гарантии того, что площадки для полетов могут быть закрыты в будущем из за шума.

Но приняв новые правила по шуму, позволит CIAM иметь убедительный аргумент для сохранения полей для полетов по всему миру.

Как изменить правила.

Хотя, традиционно, только несколько человек принимают участие в написании правил для воздушного боя, любой пилот может помочь в написании правил. Вам не нужно быть членом эксклюзивной организации или принимать участие в совещании CIAM в Лозанне для того чтобы предложить вашу идею как улучшить правила. Просто предложите вашу идею на одном из основных форумов F2D. Вам, возможно, придется отвечать на много вопросов защищая вашу точку зрения.

Если ваша идея действительно интересная и получит поддержку других пилотов, то она возможно найдет свою дорогу в правила F2D.

Основной проблемой написания правил является то, что правило должно недвусмысленно описывать решение проблемы, для которой это правило создано.

Одна из наиболее часто возникающих проблем является "Что мы измеряем, и что мы получаем". Пример: уже много лет у нас имеется правило применения глушителя.

Первоначальным намерением было уменьшить шум, но правило по установке глушителя упоминает только об объеме, длине и максимальном диаметре выхлопа.

Много лет мы измеряли размер глушителя, но мы не получали уменьшение шума, которое на само деле было намерением написанием этого правила.

Информация о производителях авиамодельной техники.

Для более глубокого понимания нашего спорта, имеет смысл проанализировать где находятся его участники. Тяжело точно посчитать всех пилотов, но грубо оценивая имеем следующие цифры:

Россия	70 %
Украина	15 %
Европа	10 %
США	5 %

В настоящий момент все пилоты имеют достаточно легкий доступ к качественным двигателям F2D. Только представьте чтобы было если бы пилоты не имели возможности использовать те двигатели что есть сейчас: те пилоты кто не имеет возможности строить свои собственные двигатели, были бы вынуждены адаптировать двигатели предназначенные для радио самолетов. В результате мы бы получили бы большое расслоение: несколько пилотов с собственными супер-двигателями, и все остальные, с переделанными RC-двигателями.

Если это не будет возможным для всех пилотов иметь доступ к высококачественным моторам, многие из пилотов просто прекратят летать. Пилот с адаптированным RC-двигателем имеет мало шансов против пилота с супер двигателем. Это примерно как участвовать на ВАЗ-2104 в соревнованиях Формула-1.

Производители моторов так же зависят от пилотов, покупающих моторы. Чтобы разработать принципиально новый мотор, нужно потратить довольно много времени и средств, которые компенсируются только покупкой этих самых моторов.

В случае если новые правила приведут к значительным изменениям в двигателях, (к примеру изменение хода поршня, переход на дизельные моторы или другую кубатуру), всем пилотам придется покупать новые моторы. Старые моторы станут непригодным в одно мгновение, так же как и запасные части, пропеллеры и т.д.

В случае существенных изменений в конструкции моторов, их производители будут вынуждены срочно переключиться на создание новых моторов. В этом случае производители не смогут компенсировать стоимость разработки нового мотора, до тех пор пока не продадут достаточное количество новых моторов (в случае если новый мотор будет удачным).

Это делает бизнес по производству новых моторов достаточно рискованным.

Одним из способов удержать производителей моторов F2D в бизнесе является гарантия некой стабильности, что после существенного изменения конструкции моторов не потребуются другого такого изменения в течении длительного времени. Такой гарантией могло бы быть требование не изменения правил F2D (в части конструкции двигателей), на последующие 10 лет.

Производители и дилеры всех типов авиамодельного оборудования находятся в точно такой же ситуации. Если мы в мгновение уьем их введением новых правил, никто не будет в состоянии купить двигатели, пропеллеры, самолеты и т.д. На западе, только несколько пилотов имеют необходимые навыки и время для постройки собственных моделей, двигателей и другого оборудования. Мы зависим от поставок оборудования из России, Украины и Молдавии.

Пилоты, дилеры и производители связаны между собой больше чем можно себе представить. Если мы примем новые правила, которые не учитывают этого, мы можем начать цепную реакцию в результате которой количество пилотов F2D в мире значительно снизится.

Варианты решения уменьшения шума:

Как нам кажется, имеется только несколько вариантов решения проблемы шума:

- Использование эффективного глушителя
- Ограничение числа оборотов двигателя
- Использование стандартного (сертифицированного) глушителя

Далее следует описание этих трех вариантов, а так же описание других возможных вариантов которые, по нашему мнению, проблему не решают.

Эффективный глушитель.

Глушитель может уменьшить шум мотора приблизительно на 20 децибел при использовании в качестве тестов шумо-генератор.

Конструкция глушителя может быть любой, из любых материалов, любой формы и т.д. Чтобы избежать использования глушителя в качестве резонансной трубы, возможно потребуется ограничение на общую длину глушителя.

Было бы достаточно просто тестировать глушители прямо на поле. С помощью генератора шума и измерителя звукового давления, тесты могут быть проведены за несколько минут. Большинство пилотов используют глушители произведенные производителями моторов, и будет необходимо протестировать только несколько глушителей различных типов.

Стоимость генератора шума - около 100 евро. Качественный измеритель звукового давления (класс 2 и выше) стоит 300 евро.

К недостаткам, можно отнести то, что генератор розового шума (розовый шум Wiki)

генерирует шум в очень широком диапазоне частот, тогда как двигатель генерирует частоты определенного диапазона. (основная частота двигателя плюс гармоники). Высокая температура и скорость выхлопных газов так же могут изменить параметры глушителя.

Так же шум истечения выхлопных газов является только частью общего шума. Дополнительный шум создает пропеллер, а так же вибрация двигателя.

Шум от пропеллера становится менее заметен на летящей модели, и мы считаем что возможно достигнуть уровня в 96 децибел только лишь уменьшением шума выхлопа.

Приняв правило по использованию эффективного глушителя, мы не затрагиваем ничего больше. Пилоты должны будут заменить используемые в данный момент 6 миллиметровый глушитель на что-то новое. Правило не затрагивает двигатели, пропеллеры, модели и другое оборудование. Только в случае если кто-то найдет способ применять глушитель для увеличения мощности двигателя, правило может быть пересмотрено в будущем.

Данное правило, возможно, потребует наименьших изменений. Есть однако шанс что даже с введением этого правила, мы не сможем достичь снижения шума до 96 децибел. В этом случае через несколько лет может потребоваться введение дополнительных ограничений.

Ограничение диаметра пропеллера

Шум можно уменьшить если ограничить обороты двигателя. Одним из способов уменьшить обороты двигателя может быть ограничение минимального диаметра пропеллера, к примеру не менее 200 мм.

На более низких частотах не только шум становится меньше, так же уменьшается частота шума, что делает шум менее раздражающим. Для введения такого правила, необходимо провести тесты, чтобы найти оптимальные параметры

пропеллера и оборотов двигателя, которые в сумме дадут приемлемый уровень шума. Приблизительно, обороты необходимо уменьшить до 20 000 об/мин. Чтобы сохранить существующую мощность двигателя, диаметр фutorки возможно придется увеличить до 4.5 или 5 мм.

Введение такого правила, приведет к значительным изменениям в существующей технике. При работе на низких оборотах длинно-ходные моторы более оптимальны чем моторы, которые мы используем сейчас. Дизельные моторы возможно бы имели преимущество какое-то время, хотя теоретически, использование оптимизированных капильных двигателей является предпочтительным.

Чтобы гарантировать некую стабильность производителям моторов, необходимо установить ограничения на обороты двигателя в будущем. Если к примеру развитие технологий приведет к увеличению оборотов двигателя с большим пропеллером, то диаметр пропеллера так же должен быть увеличен чтобы компенсировать увеличенные обороты двигателя. В случае если производитель мотора понимает, что за увеличением оборотов двигателя последует увеличение диаметра пропеллера, то работы по увеличению оборотов не будут иметь смысла.

Диаметр пропеллера, это параметр который было бы просто измерять прямо на поле с помощью штангель-циркуля.

Возможно потребуется так же ввести ограничение на ширину лопасти (или минимальную площадь) чтобы избежать использования пропеллеров со "странной" формой лопасти.

На данный момент не было проведено никаких тестов с низко-оборотистыми двигателями, поэтому неизвестно, как введение этого правила повлияет на эффективность модели. В данный момент мы используем пропеллеры небольшого диаметра, с маленьким шагом, на практически постоянных высоких оборотах. С пропеллером большего диаметра, обороты могут изменяться в более широких пределах, в зависимости от скорости полета модели. Это так же повлияет на производительность мотора и на динамику полета в целом. Использование низко-оборотистых моторов, возможно было бы наиболее эффективным решением проблемы шума, однако такой переход потребует существенных изменений в конструкции двигателя и пропеллера. Это изменение не может быть выполнено постепенно, и оно сделает все существующие моторы и пропеллеры бесполезными для класса F2D. Все будут вынуждены покупать новые двигатели и пропеллеры.

Использование стандартного (сертифицированного) глушителя.

Глушитель может иметь определенный дизайн, и быть обязателен для использования всеми пилотам. Такой глушитель должен быть разработан для

глушения шума в определенном диапазоне частот, типичных для двигателей F2D. Это может быть что-то похожее на глушитель, который разработал Rob Metkemeijer для гоночных моделей, или какой-то другой дизайн, к примеру многокамерный.

Соединение такого глушителя с двигателем, может быть так же стандартизовано, чтобы глушитель всегда находился на определенном расстоянии от двигателя. Стандартный глушитель должен быть задокументирован со всеми необходимыми размерами чтобы пилоты или производители моторов могли бы изготовить глушитель самостоятельно.

Во время соревнований, подозрительно работающие глушители могут быть проверены, сравнивая их с другим стандартным глушителем.

Стандартная проверка размеров, объема и веса, так же может быть проведена во время соревнований на летном поле.

Для более глубоких тестов можно использовать генератор шума и измеритель звукового давления.

Такой тип проверок используется в классе F3D (Pylon Race) для нахождения глушителей, которые отличаются от стандартных.

В данный момент, не разработано стандартного глушителя для класса F2D.

Стандартный глушитель должен быть оптимизирован для работы на частотах 450 - 520 герц (27000 - 32000 оборотов в минуту). При использовании двигателей, которые выходят за пределы указанных оборотов, такой глушитель может быть не эффективен. Стандартный глушитель может быть хорошим решением уменьшением шума от выхлопа двигателя.

Шум от пропеллера, вибрации модели и двигателя такой глушитель не уменьшает.

Измерение уровня шума на поле:

Простейшим решением было бы установка максимального уровня шума на соревнованиях. Пилоты должны сами заботиться о том каким образом уменьшить шум до необходимого значения.

На практике, измерение фактического шума является такой большой проблемой, что делает невозможным использование такого решения.

В случае, если измеряется шум от двигателя на земле, то механик может легко изменить уровень шума на 2-3 децибела, всего лишь изменив способ, которым он удерживает модель. Так же дополнительно влияние вносит ветер, поверхность земли, а так же дополнительный шум (к примеру работающие моторы других моделей) и даже то, как именно оператор держит измеритель шума в руках.

Даже с очень жесткими ограничениями для теста, будет очень просто манипулировать результатами, в итоге, результаты будут выглядеть абсолютно случайно (или даже предвзято).

Любой кто хоть раз пробовал измерить шум модели знает как сложно получить объективные, повторяемые результаты.

Измерение шума летящей модели, дает более объективные результаты. Но это является достаточно сложным, так как появляется дополнительные источники влияющие на результат.

В случае летящей модели, уровень шума постоянно и быстро меняется, что делает невозможным измерение в реальном времени. Вместо этого необходимо анализировать данные за какой-то промежуток полета, к примеру 10-15 секунд, и вычисления некоего усредненного значения.

Так же не предоставляется возможным измерять шум более чем одной одновременно летящей модели. Что делает невозможным измерение шума модели во время боя.

Это было бы замечательно измерять уровень шума модели прямо на поле, но к сожалению технически это неосуществимо.

Ограничение оборотов двигателя.

Уменьшение шума двигателя может быть достигнуто если ограничить максимальные обороты двигателя к примеру в 27 000 об/мин.

Это было частью российского предложения в 2010 году.
(<http://www.f2d.dk/noise/noiserus.htm>)

Обороты двигателя могут быть относительно легко проверены на земле перед взлетом, используя акустический тахометр. Такой тест ограничит обороты двигателя на земле, но не применим для измерения оборотов летящей модели.

Двигатели используемые в данный момент в F2D оптимизированы для работы на оборотах в 30 000 и выше. Если ограничить обороты в 27 000, то производительность моторов упадет намного ниже оптимальной.

Чтобы достичь максимальной мощности, пилоты будут стараться настраивать моторы максимально близко к лимиту (27 000). Для достижения такой цели необходимо найти пропеллер с такой комбинацией диаметра и шага, чтобы получить максимальный КПД от двигателя, при этом оставаясь по оборотам в рамках правил.

Как известно, параметры пропеллера зависят не только от погодных условий (температура, давление, влажность и т.д.), но так же могут изменяться при использовании разных двигателей.

Чтобы найти нужный пропеллер, пилот будет вынужден протестировать несколько разных вариантов.

Если все пилоты начнут тестировать двигатели/пропеллеры перед каждым боем, соревнования станут реально шумными. И если первоначальным намерением было уменьшить уровень шума, то на практике мы можем легко получить его увеличение за счет повышенной интенсивности полетов.

Если пилоты/производители в будущем смогут увеличить мощность моторов, это будет мотивировать их на создание “оптимизированных” пропеллеров. При работе с таким пропеллером на земле, двигатель не будет выходить за пределы оборотов, установленные правилами, но при полете разница с оборотами на земле будет существенно большей.

При тестировании “супер глушителя”, обороты двигателя увеличились с 28300 на земле, до 30 000 в воздухе. Использовалась стандартная ФОРА, с винтом Серегин 164 мм.

В случае использования пропеллеров с большой разницей по оборотам на земле и в воздухе в будущем, то мы придем к ситуации, когда летящая модель производит столько же шума сколько производит сейчас.

По сравнению с текущим моментом, разницей будет только лишь использование “странных” пропеллеров, измерение оборотов перед взлетом, и большое количество “подлетов” для тестирования пропеллеров.

Другим побочным эффектом введения такого правила, может быть большое количество протестов при замене пропеллеров во время боя. Пилот который проиграл бой, может подать протест на то, что механики его оппонента заменили поломанный пропеллер на другой, который не удовлетворяет правилу 27000. Т.к. пропеллеры подбираются под двигатель индивидуально, имеется большой шанс того что механик поставит (даже ненамеренно) пропеллер, который позволит двигателю работать на больших оборотах чем определено правилами. Это может потребовать проведение тестов после боя, для проверки оборотов двигателя.

С другой стороны, в случае проведения таких проверок, пилот может просто сломать пропеллер об землю, если он не уверен на 100% в том, что замененный пропеллер удовлетворяет правилам.

Несмотря на то что, на первый взгляд, ограничение оборотов двигателя выглядит довольно простым способом уменьшить шум, на деле это потребует от пилотов огромного объема работ, по поиску правильных комбинаций пропеллеров, а так же откроет ворота для многочисленных махинаций с оборотами, пропеллерами и протестами.

Шум от пропеллера.

Когда мы уменьшим шум выхлопа двигателя, уменьшение шума от пропеллера будет следующей проблемой F2D. Ключевым моментом является скорость вращения пропеллера. Так же большое влияние оказывает форма лопасти и профиль.

Пропеллеры можно быть протестированы во время некоего сертификационного тестирования.

Можно к примеру установить пропеллер для тестирования с помощью электромотора с известной мощностью (к примеру 500 ват), при этом измеряется шум во всех направлениях.

Сертифицированный пропеллер должен быть одобрен. Номера одобренных пропеллеров должны быть опубликованы. Вместе с номером, можно так же маркировать какие-либо критические параметры пропеллера (диаметр, толщина, ширина и т.д.)

Параметры помогут проверяющим удостовериться что пропеллер является идентичным сертифицируемому.

Одобрение пропеллера, может быть возможным только в случае если какой-то орган имеет необходимые полномочия для этого. В данный момент у нас отсутствует какие либо организации или бюро, для тестирования и одобрения пропеллеров, так что в будет трудно использовать процесс одобрения пропеллеров в ближайшее время.

Одним из предложение по уменьшению шума было использование понижающего редуктора на двигатель и использовании пропеллера большего диаметра. Такое решение используется на больших радиосамолетах, но это вряд ли подойдет для F2D.

Не нужно никаких изменений

Некоторые пилоты не хотят никаких изменений в правилах вообще.

У них нет проблем с шумом, о они не видят никаких причин изменять правила из-за этого. Некоторые утверждают, что они не видят никакого эффекта от введения правил по шуму.

Есть так же мнение что можно проводить соревнования на площадках, которые расположены далеко от населенных пунктов.

Это может быть решением проблемы для некоторых пилотов, но никак не поможет пилотам в густонаселенных районах с требованиями по ограничению шума.

Одним из аргументом “не нужно изменений” является утверждение, что даже уменьшение шума, не избавит от жалоб на шум. Люди будут продолжать

жаловаться как только они услышат характерный звук модельного мотора, и для них он будет всегда “слишком громким”.

Сторонники варианта “не нужно изменений” не желают сотрудничать с CIAM. Если мы будем следовать этой стратегии и не предложим ничего для уменьшения шума, CIAM просто введет свои ограничения на наш класс.

Мы можем не ограничивать себя в уменьшении шума, но мы не сможем избежать ограничений наложенных на нас CIAM. Такая стратегия наш взгляд очень опасна для будущего F2D.

Новый класс воздушного боя.

Некоторые пилоты обсуждали возможность создания нового класса, без ограничений по звуку.

Так как все классы, которые входят в CIAM/FAI должны соответствовать основному правилу по шуму, то будет невозможным включить этот новый класс в CIAM/FAI.

“Шумный” F2D может быть создан на основе местных правил, но такой класс никогда не будет признан FAI как официальный и международный.

Создание нового класса никак не меняет того что необходимо уменьшать шум в официальном F2D.

Электрический воздушный бой

Проблемы с шумом от двигателей внутреннего сгорания, могут быть решены переходом на электрические двигатели.

В данный момент появился новый класс воздушного боя (F2D-E), который набирает силу, и некоторые пилоты активно работают чтобы решить проблемы связанные с использованием новой технологии.

Переход на электрические двигатели был бы очень большим изменением для F2D. Возможно вместо этого лучше дать новому классу F2D-E расти параллельно с F2D. Возможно что когда-то F2D-E станет более популярным чем F2D.

Остановка двигателя по окончании боя

Начиная с 2013 года, бой будет останавливаться когда у соперников не осталось лент, и пилоты будут должны выключить моторы и посадить модели

Это уменьшит суммарное время-действие шума, а так же позволит сэкономить время на соревнованиях.

Не существует правила, по которому модель должна иметь устройство для остановки двигателя по требованию. Двигатель может быть остановлено просто посадкой с работающим мотором.

Однако это правило, возможно, будет применяться только на соревнованиях, где шум или время является причиной, по которой необходимо закончить полет как можно скорее.

В данный момент существуют системы останова, которые позволяют пилоту остановить двигатель.

Следующим шагом для нас было бы решение, о том каким образом мы хотим уменьшить шум в будущем.

по нашему мнению имеется только 3 реальных способа сделать это:

Эффективный глушитель может быть протестирован с генератором шума. Пилоты.производители сами придумывают глушитель для своих моторов. Это решение возможно является наименее безболезненным, но имеется шанс что уменьшение шума будет недостаточным, что потребует дополнительного изменения правил через несколько лет.

Стандартный глушитель возможно является эффективным способом уменьшить шум выхлопа двигателя. Шум от пропеллера остается неизменным, однако даже в этом случае, представляется возможным снизить общий уровень шума до приемлемых значений (96 децибел). Кроме стандартного глушителя, соединение между мотором и глушителем так же должно быть стандартным. В данный момент стандартный глушитель никем не придуман.

Уменьшение оборотов двигателя введением ограничение на длину пропеллера. Возможно даст наибольший эффект снижения шума на много лет вперед, но существенное изменение модельного оборудования возможно заставит многих пилотов покинуть спорт.

В данный момент не было проведено тестов, для выяснения как низко-оборотистые моторы повлияют на мощность мотора и динамику полета.

Вы можете помочь процессу решения проблемы приняв участие в обсуждении на форумах в интернете:

Barton Model Flying Club Forum:
<http://www.controlline.org.uk/phpBB2/viewforum.php?f=3>

Combat-1 (Yahoo Groups): <http://groups.yahoo.com/group/combat-1/>

РОССИЙСКИЙ АВИАМОДЕЛЬНЫЙ СПОРТИВНЫЙ ФОРУМ:
<http://www.ramsf.ru/index.php>

/Henning Forbech