

О ТОМ, ЧТО ПРЕВРАЩАЕТ ПАЛУБУ В ВПП

ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫЕ СИСТЕМЫ АВИАНОСЦЕВ



Продолжение. Начало в № 4 — 2014



Евгений ШОЛКОВ,
кандидат технических наук



Виктор ДРУШЛЯКОВ

Авианосцы, возникшие в годы Первой мировой войны как вспомогательные корабли, призванные осуществлять авиационную поддержку флотов, уже к началу Второй мировой превратились в основную ударную силу в битвах на море. И в наши дни корабли этого класса являются основой надводной составляющей флотов ведущих морских держав. С момента зарождения авианосцев шел непрерывный поиск в создании и совершенствовании взлетно-посадочных систем этих кораблей, без которых применение авиации с палуб авианосцев было бы невозможным или крайне затруднительным.

Военно-политическая обстановка в мире остается весьма сложной и напряженной. Россия, обладающая огромной территорией и запасами природных ресурсов, в том числе и в шельфовой зоне морей и океанов, ведет широкомасштабные работы по разведке этих ресурсов и их освоению.

Сегодня во всей остроте стал вопрос возвращения российских Вооруженных Сил и Флота в районы Крайнего Севера и Арктики для защиты от потенциальных угроз и поддержания стабильности в этих регионах. Не менее актуальной является задача присутствия российского ВМФ и в других районах мира. О возобновлении и развертывании программы строительства авианосцев в России было объявлено в 2003 году на первом международном военно-морском салоне в Санкт-Петербурге. За прошедшие годы было разработано обоснование необходимости наличия таких кораблей в составе сбалансированного отечественного ВМФ, их оптимального количества, системы базирования и обеспечения.

Программа строительства авианосцев была доложена Президенту РФ и утверждена. Что касается начала реализации программы, то заявлено, что она может стартовать не ранее 2018 года. В настоящее время ведется детальная проработка облика будущих авианосцев и состава их авиакрыла. Само по себе возрождение российского флота и особенно проектирование и строительство таких высокотехнологичных кораблей, как авианосцы, является огромной школой для российской военной и инженерной мысли. Чтобы быть эффективным инструментом сдерживания и военно-политической экспансии, авианосец должен обладать реальными боевыми возможностями и качествами.

В предлагаемой читателям журнала «Авианорама» серии статей по истории и развитию взлетно-посадочных систем авианосцев наглядно показывается трудный и тернистый путь научно-технического прогресса в этой области. Будет рассказано об успешной титанической работе советских инженеров и конструкторов, вынужденных с нуля создавать в 1980-х годах взлетно-посадочные системы – паровые катапульты и аэрофинишеры для первых советских полноценных авианосцев.



МиГ-29КР

ЭВОЛЮЦИЯ ГАКА

Вся история эволюции негостеприимной палубы авианесущего корабля в комфортную взлётно-посадочную полосу (ВПП) отмечена чередой неудач и подлинно революционных технических достижений, коренным образом изменивших облик современного авианосца. В их числе следует упомянуть: оптическую систему посадки, угловую палубу, аварийный барьер, кормового офицера управления заходом на посадку (LSO). Итоговая ответственность безопасного выполнения посадки ложится на палубные тормозные механизмы — аэрофинишеры (АФ).

Путь тормозных систем на палубу современных авианосцев — от мешков с песком до полиспастно-гидравлических аэрофинишеров (ПГАФ) и перспективных турбоэлектрических (ААГ) — также изобилует цепью технологических новшеств и пионерских конструкторских решений. Технологическое развитие в известной степени носило эволюционный характер и зачастую не поспевало

за революционными конструкторскими находками. Достаточно очевидное и, вместе с тем, не менее оригинальное техническое решение тормозной системы на основе ПГАФ (нынешний вариант типа Mark 7) прошло долгий и тернистый путь до своего нынешнего уровня. Конструкторам и технологам пришлось создавать особую конструкцию гибких и прочных тормозных тросов на основе специальных сталей; отработка технологий воздушных баллонов высокого давления привела к новым рецептурам высокопрочных сталей — эти проблемы решались в параллель с нуждами пневмогидравлических катапульти; отдельной проблемой для химиков стал состав энерго-поглощающих гидравлических смесей для силовых цилиндров ПГАФ. Постоянное наращивание посадочных масс и скоростей летательных аппаратов (ЛА), особенно в эпоху реактивной авиации, предъявляло всё более жёсткие требования к совершенствованию технологий.

ОТ ЮДЖИНА ЭЛИ ДО ЭДВИНА ДАНИНГА

Рис. 1. Х. Робинсон у борта биплана

История посадочного гака началась стремительно и убедительно — без этого нехитрого приспособления более 100 лет назад не состоялась бы историческая посадка американского авиатора Юджина Эли на крейсер «Pennsylvania». В кормовой части крейсера была сооружена деревянная площадка 41х10 метров с подъёмом по полёту, причём первые 4,3 метра площадки имели большой угол свеса — до 30°, что создавало эффект тормозящего трамплина (все данные взяты нами из книги Н. Полмара «Авианосцы»). Читая описание подготовки к полёту, поражаешься мерам, предусмотренным авиаторами Юджином Эли и Хью Робинсоном (рис. 1) для обеспечения успеха и безопасности этой посадки. В качестве



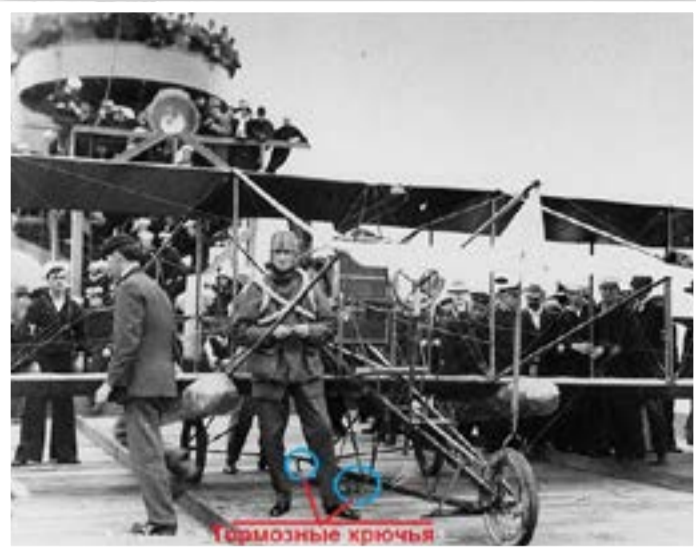


Рис. 2. Юджин Эли после первой посадки на палубу корабля



Рис.3. Эдвинг Даннинг — первый палубный лётчик



Рис.4. Финишёр «британского типа»

тормозного комплекса был использован тросовый гравитационно-фрикционный финишёр, к концам 22 тросов которого были закреплены мешки с песком весом по 25 кг. Расстояние между тросами выбиралось около полутора метров. Для надёжности зацепления тросы лежали на высоте 30 см (на современных авианосцах — 12–15 см) на двух брусках, расположенных на расстоянии 1,8 м по обе стороны от осевой. Авиаторы снабдили посадочную площадку подобием аварийных барьеров: в трёх метрах от начала платформы были натянуты два парусиновых полотнища, а к торцу площадки крепилось основное полотнище, верхним краем закрепленное на мачте. От бокового падения самолёт был защищён двумя полотнищами, натянутыми вдоль на первых 25 метрах площадки. Посадка обещала стать полностью безопасной. Ко всему ещё и на воде дежурили шлюпки с пловцами-спасателями. Свой биплан Cutiss Pusher Ю. Эли оборудовал тремя крюками, закреплёнными на Т-образной конструкции под сиденьем пилота (рис. 2). Это был первый прообраз посадочного гака с тройным дублированием. Погода в день посадки помешала Ю. Эли завоевать сразу два титула: стать первым морским лётчиком и первым палубным лётчиком, севшим на движущийся корабль (последний титул завоюет британский пилот Эдвин Даннинг лишь спустя шесть лет) — капитан «Pennsylvania» не рискнул дать ход крейсеру в непогоду в ограниченном пространстве бухты. Стартовав 18 января 1911 г. с аэродрома в Сан-Франциско, после облёта крейсера Cutiss лёг на глиссаду подхода к посадочной площадке с попутным ветром. Несмотря на выключенный двигатель, что усложняло посадку, зацепление произошло лишь после 11 троса — сказался попутный ветер. Позавтракав в обществе жены на борту корабля в торжественной обстановке по случаю исторического события, герой дня благополучно стартовал в обратный путь.

Тщательная подготовка этого эксперимента позволила впервые блестяще выполнить эту посадку на палубу с ограниченной площадью. Эта посадка открыла эру морской авиации, одним из главных героев стал не только Ю. Эли, но и удачно продуманный гак в виде конструкции из трёх крючьев, разнесённых по продольной оси ЛА. Не берёмся утверждать, что автор предложенной схемы Ю. Эли предусмотрел дублирование крючьев для повышения вероятности зацепа при колебаниях троса после наезда передним пневматиком, но именно этот эффект достигался в подобной конструкции. Вероятность такого подскока очевидна на фото (рис. 2), по которому нетрудно определить, что расстояние от оси переднего пневматика до переднего ряда крючьев не превышает двух метров. В подтверждение наших предположений свидетельствует и тот факт, что успешное зацепление обеспечивалось лишь при посадке этой «этажерки» на три точки. При исходной высоте подъёма троса над палубой в 30 см размах колебаний возмущённого троса мог быть одного порядка. Столь пристальное рассмотрение нами процесса, кажущегося тривиальным, оправдано всей историей последующих посадок на палубу. Исторические параллели между Cutiss Pusher Ю. Эли и истребителем пятого поколения F-35С, которых разделяет ровно сто лет, выглядят вполне уместными в свете проблем, которые пришлось решать конструкторам компании Lockheed Martin в борьбе с эффектами колебаний возмущённого троса и отскока гака при подобных геометрических параметрах. Специалистам, проигнорировавшим директивные документы, пришлось вспоминать «хорошо забытое старое».

Казалось, убедительные итоги и восторженные отзывы флотского начальства по поводу рискованного эксперимента Ю. Эли открывают перспективы использования колёсных самолётов на палубе. Однако дальнейшее развитие палубной авиации исторически сложилось так, что пальму первенства у них «украли» гидросамолёты. Подробности этого этапа эволюции не входят в задачи нашего рассмотрения — читатель найдёт их в упомянутой нами книге Нормана Полмара «Авианосцы». А между тем датой рождения первого авианосца считается 17 марта 1917 г. — им стал «гермафродит» «Фьюриес»: в кормовой части — линкор и авианосец с ангаром в носовой части после перестройки первоначального проекта. Ангар, кроме четырех гидросамолётов, вмещал и шесть колёсных машин. На крыше ангара была выполнена полётная палуба длиной почти в 70 м. Взлёты с подобных площадок на кораблях при встречном потоке в 75–85 км/ч были успешно освоены рядовыми пилотами, но немногим хотелось перед полётом получать «билет в одну сторону»: взлетев с корабля и не имея возможности сесть

обратно, пилоты должны были искать ближайший наземный аэродром или приводняться у борта стоящего корабля с риском утонуть. Нашёлся смельчак, достойный лавров Ю. Эли — им стал командир авиационной части «Фьюриеса» Эдвин Даннинг (рис. 3). Этот смельчак решил опровергнуть монополию гака и тормозных тросов: он рассчитал, что при скорости корабля 26 узлов и встречном ветре более 20 узлов его самолёт способен двигаться вровень с кораблём, практически зависая над палубой, что обеспечит ему посадку на палубе. 2 августа 1917 года, подойдя справа к движущемуся «Фьюриесу», Э. Даннинг резким креном влево опустил свой Sopwith «Par» на небольшое пространство палубы перед ангаром, став первым палубным лётчиком, севшим на движущийся корабль. В этом звании Эдвин Даннинг прожил всего пять дней — при попытке повторить этот цирковой трюк пилот погиб под килем корабля (см. Н. Полмар «Авианосцы»). Ценой своей жизни он доказал, что без применения гака и задерживающих тросов аэрофинишёров подобные эксперименты не имеют перспективы.

МЕЖДУ ДВУМЯ МИРОВЫМИ ВОЙНАМИ

Очередная полная модернизация авианосца «Фьюриес» закончилась в последний год Первой Мировой — в марте 1918 года. Гибель Эдвина Даннинга повлияла на характер проведённой реконструкции: на корме корабля была организована посадочная палуба с «аэрофинишёрами Хью Робинсона» — поперечными тормозными тросами, нагруженными мешками с песком — идея первопроходца оказалась живучей и через семь лет. По подобию «Pennsylvania» в кормовой части авианосца-гибрида была оборудована посадочная палуба с аварийным барьером в виде ряда вертикальных манильских канатов. Гро-

моздая надстройка посреди корпуса не придавала удобства посадкам и изящества кораблю — как пишет Н. Полмар: «как авианосец, он был просто ужасен», а посадки становились крайне сложной процедурой. Почти каждая посадка становилась трюком с аварией — идеи Ю. Эли требовали дальнейшего развития. В литературе тех лет встречаем термин «аэрофинишёры британского типа» с тросами, натянутыми... параллельно оси корабля, т.е., с продольными тросами, что противоречит классической схеме с поперечными тросами, столь надёжно обеспечившими блестящую посадку Ю. Эли

Рис.5 (а). Посадочные крючья истребителя Sopwith

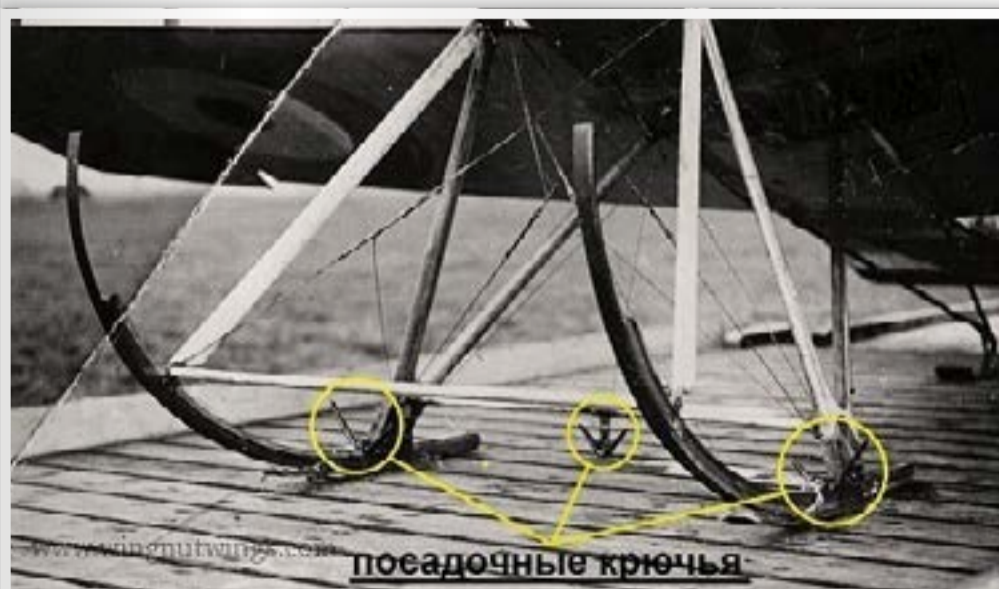


Рис.5 (б). Британский Gloster Nightjar с «брайлеровыми якорями»





Рис. 6 Посадка Vought VE-7 на авианосец Langley, 1923 г.



Рис. 7. Призёр первой посадки на палубу Aeromarine 39-B



Рис. 8. Финал первой посадки на Langley 1922 г.



Рис. 9. Одна из первых конструкций гака, 1926 г.

в январе 1911 года. Идея АФ с продольными тросами явилась плодом нетрадиционного мышления британских конструкторов, озадаченных двумя этапами неудач на авианосце-первенце «Фьюриес». Девять попыток посадки оказались катастрофическими — он оказался авианосцем, на который не сел ни один самолёт. Турбулентные потоки за центральной надстройкой над посадочной палубой стали основной причиной катастроф на посадке сравнительно лёгких (3,0–3,5 т) ЛА. Относительно небольшая база шасси была причиной низкой поперечной устойчивости ЛА того времени, что проявлялось в конце торможения, на малых скоростях вблизи надстройки. У британских инженеров в 1922 году возникла идея организовать на трассе торможения некие направляющие, надёжно удерживающие ЛА на всем пути торможения. Её удалось реализовать с помощью нескольких десятков тросов, продольно натянутых от кормы к площадке-трамплину в районе надстройки (рис. 4).

На элементах шасси, в зависимости от его конструкции, располагались «брайлеровы якоря» — V-образные крючья (рис. 5, а), с помощью которых создавалось зацепление за направляющие тросы, чем обеспечивалось удержание ЛА на курсе на всей дистанции торможения. Наличие десятков продольных тросов должно было обеспечить надёжный захват любого из них при внецентренных посадках. В многочисленных наземных испытаниях британская идея с продольными тросами в аэрофинишёрах (АФ) подтвердила свою надёжность для ЛА с колесным и лыжным шасси, однако корабельная реальность оказалась жёстче. Первые посадки с колесным шасси на палубу движущегося корабля с турбулентными потоками от надстройки не вызвали оптимизма — пришлось смонтировать на место колёс различные варианты лыж, в том числе, и двойных. Первым, кто примерил «брайлеровы якоря», естественно, стал британский палубник Gloster Nightjar (рис. 5, б). Первый палубный биплан ВМС США Vought VE-7, поднявшийся в воздух в 1917 году, уже в 1922-м был снабжён крючьями для «британского финишёра», а через год — оснащён основным гаком А-образного типа для традиционных поперечных тросов (рис. 6), базируясь на первом авианосце (CV-1) Langley. Однако пальма первой посадки на этот авианосец досталась учебному биплану Aeromarine 39-B, оснащённому «брайлеровыми якорями» — V-образными крючьями с защёлками (рис. 7). После изнурительных тренировок на наземном макете лейтенант Джеффри Де Шевалье 26 октября 1922 года на Aeromarine Model 39-B впервые в истории мировой авиации произвел посадку на палубу движущегося авианосца. Тормозной гак фиксировался под фюзеляжем на замке, управляемом из кабины. Опускание гака обеспечивалось предварительно натянутыми резиновыми жгутами. Несмотря на то, что биплан был снабжён тормозным крючком-гаком, посадка не прошла гладко: в конце пробега самолёт скапотировал и погнул винт (рис. 8). Увы, как и британскому пилоту Даннингу, герою этой посадки недолго удалось наслаждаться славой: всего спустя двадцать дней Д. Шевалье скончался от ран, полученных в авиакатастрофе на биплане Vought VE-7.

Посадки на финишеры «британского типа» в лыжном варианте шасси отличались повышенной жесткостью — отдельные посадки заканчивались поломкой лыж. Спустя 4–5 лет испытаний (к 1926 году) от «британского» финишёра пришлось отказаться. Отпала необходимость



Рис.10. Клевок Ryan FR-1 при зацепе



Рис.11. Биплан первого поколения палубников F2B-1 (FB-6), 1926 г.



Рис.12. Лучший биплан конца 1920-х годов F4B-2



☪ Рис.13. Для этого F3F-2 «stinger» оказался бессильным, 1940 г.

☪ Рис.14. Палубный F2A-3 с гаком «stinger», 1940 г.



и в V-образных крючьях на элементах шасси. Конструкторы вспомнили об иных физических принципах поглощения энергии торможения — на основе фрикционных и гидравлических механизмов. Стало ясно, что и конструкция тормозного гака должна отвечать новым требованиям к тормозному тросу и возрастающим усилиям торможения — началась длительная эволюция этой взаимодействующей пары.

Вскоре тормозной гак трансформировался в виде штанги, заканчивающейся крючком, форма которого подвергалась изменениям в течение 100 лет. От простой плоской формы крючка гак стали изготавливать кованым в виде единого целого со штангой (рис. 9). В поисках рациональной конструкции тормозного гака конструкторы столкнулись с рядом жестких и противоречивых требований к этому ответственному механизму. Первой проблемой явился выбор точки закрепления штанги гака: в зависимости от взаимного расположения центра масс ЛА и точки приложения тормозного усилия менялся опрокидывающий момент в вертикальной плоскости, приводящий к капотированию — клевку носовой части вниз (рис. 10). Для поршневых самолётов это приводило к фатальной поломке винтовой группы. Этот случай характерен при креплении механизма снизу фюзеляжа впереди или за хвостовым колесом. Выбор точки крепления штанги с шарнирным подвесом к силовому каркасу планера представляет самостоятельную техническую проблему. Исторически сложился способ крепления штанги снизу хвостовой части фюзеляжа перед предохранительной хвостовой пятой, который плохо соответствовал динамике тормозных нагрузок на планер.

На смену пионеру палубной авиации Vought VE-7 пришли первые «ласточки» компаний-конкурентов — Vought и Boeing: палубные бипланы FU-1 и FB-6 (F2B — рис. 11). Оба конкурента были оснащены тормозными гаками, закрепленными в нижней части фюзеляжа — решение, которое продержалось почти 90 лет, для упрощения классификации назовём его «классическим». Один из лучших бипланов конца — 1920-х F4B (рис. 12) с классическим расположением гака, продержавшийся до 1935 года, передал эстафету следующему поколению с нетрадиционным креплением гака. В канун Второй мировой на палубах авианосцев ВМС США почти одновременно появились два биплана, обративших на себя внимание отсутствием штанги с гаком вовне фюзеляжа: гак был полностью скрыт внутри хвостовой части фюзе-



Рис.15 Ещё один обладатель «жала осы» – SB2A



Рис.16. «Stinger» не помог – F4F остановлен аварийным барьером



Рис.17. Хвостовая часть F6F-3 приземлилась отдельно



Рис.18. Ещё один просчёт специалистов Grumman – F6F

ляжа и выдвигался специальным механизмом дистанционно. Этими палубными истребителями стали F3F Global (последний палубный биплан, один из лучших бипланов 1930-х годов) компании Grumman (рис. 13) и первый моноплан компании Brewster F2A Buffalo (рис. 14). Трудно однозначно утверждать, специалистам какой компании пришла в голову мысль обратиться к природным аналогиям, когда как со штангой выдвигался из крайней хвостовой точки подобно жалу осы, за что эта идея крепления получила название «stinger» (жало, англ.). Оба истребителя появились с интервалом в один год (1935–1936 гг.), и также трудно заподозрить конкурентов в техническом шпионаже, видимо, идея «вита в воздухе». Не берёмся отдавать пальму первенства кому-либо — патентный поиск авторов этой конструкции не дал результатов. Следует добавить, что в процессе создания пикирующего бомбардировщика SB 2A Vucaneer в 1939–1941 гг. компания Brewster вновь использовала технологию тормозного гака stinger (рис. 15). К сожалению, самолёт заслужил звание «самого дорогого и самого ненужного пикировщика». Вместе с тем, идея овладела массами. Ближайший преемник F3F — F4F Wildcat (рис. 16, 1937–1939 гг.) и последовавшая за ним «кошачья» серия (F6F Hellcat, F8F Bearcat) с успехом использовали размещение гака по технологии stinger. Несмотря на ранее накопленный опыт модернизации TBM-3 Avenger, соблюдение принципа равнопрочности было не самой сильной стороной специалистов Grumman. В одном из испытательных полетов у первого серийного F6F-3 Hellcat при отработке посадки на авианосец произошел обрыв посадочного гака (рис. 17). Авария заставила инженеров фирмы усилить узел крепления гака, после чего неприятности с ним больше не повторялись. В то же время, фотоархивы тех лет красноречиво свидетельствуют о многочисленных авариях и катастрофах на палубе, связанных с отрывом хвостовой части палубных истребителей F4F Wildcat и F6F-3 Hellcat (рис. 18). Последний, пожалуй, можно назвать лидером в этой статистике.

Эволюция тормозного гака наиболее выпукло обозначена на примере трех типов истребителей ВМС США, на которые легла основная тяжесть борьбы за превосходство в воздухе на театрах боевых действий во Второй мировой войне. Назовём их, это — шедевры двух компаний — Grumman и Chance-Vought: F4F Wildcat, F6F Hellcat, F4U Corsair. Их общий боевой счёт — 8810 сбитых самолётов, а соотношение побед к потерям доходило до 13:1. Немалый вклад в эти цифры внесла и уверенность палубных пилотов в успехе посадки на палубу своего авианосца, который обеспечивали конструкция гака и тормозного троса.

К началу Второй мировой эволюция конструкции штанги и формы штанги приобрела вялотекущий характер: по-прежнему внимание конструкторов было сосредоточено на оптимизации выбора точки подвеса штанги гака. Идея специалистов компании Vought закрепить штангу непосредственно на конструкции хвостового колеса палубного истребителя F4U Corsair (рис. 19) в первой попытке зацепа привела к отрыву всего узла (по другим источникам — на испытаниях 30.01.1942 г. была оторвана вся хвостовая часть) — прочностные расчёты не учли слабых мест планера (рис. 20). Обратите внимание: к моменту первого полёта (1940 г.) крюк-гак имел ещё довольно примитивную кованую форму, единую со штангой. Подготовка к использованию самолета на авианосцах шла нелегко. К работам



Рис.19. Истребитель F4U-5.
Оригинальное крепление гака, 1942 г.



Рис.20. Крепление узла гака F4U Corsair

подключились специалисты компании Сикорского, вследствие чего на палубном истребителе F4U-1A Corsair было проведено усиление силовых элементов, а узел хвостового колеса совместно с тормозным гаком был выполнен убираемым в общую нишу со створками.

По-прежнему потенциальной зоной крепления механизма тормозного гака оставалась крайняя точка хвостовой части фюзеляжа. Подобные работы проводились и были реализованы в 1943 году специалистами компании Grumman при модернизации палубного торпедоносца TBM-3 Avenger: тормозной гак на этой модели был выполнен выдвижным (рис. 21) по технологии stinger. При этом удалось сместить точку крепления штанги в конец фюзеляжа, что снизило опрокидывающий момент и склонность к капотированию вследствие смещения точки приложения тормозного усилия вверх. Впрочем, уже следующая модель TBM-3E Avenger была снабжена наружным тормозным гаком — идея «жала осы» не оправдала ожиданий. Переход на наружную подвеску гака с целью снижения массы (почти на 1 т) TBM-3E позволил усилить хвостовую часть планера. Наружный узел гака размещался непосредственно под хвостовой частью, а гак выступал за край руля направления более чем на 30 см (рис. 22). Было упрощено и управление выпуском — оно выполнялось вручную.



Рис.21. Торпедоносец TBM-3 с выдвижным гаком, 1943 г.

Справедливости ради надо отметить, что специалистам компании Vought удалось создать к декабрю 1939 года довольно совершенный автоматизированный реверсивный механизм выпуска/уборки гака (рис. 23) при «оморячивании» торпедоносца TBY-2 Sea Wolf. В марте 1942 года stinger был испытан при имитации посадки на авианосец. В одном из испытательных полётов на наземном полигоне после успешного выполнения программы при посадке произошло лётное происшествие, едва не стоившее потери ЛА. Специалисты Vought «забыли» о требованиях равнопрочности элементов фюзеляжа (об этом — ниже), что привело к отрыву хвостовой части ЛА под воздействием тормозного усилия. Самолёт был восстановлен с усилением слабых сечений.

Продолжение следует...



Рис.22. TBM-3E Avenger с наружным гаком

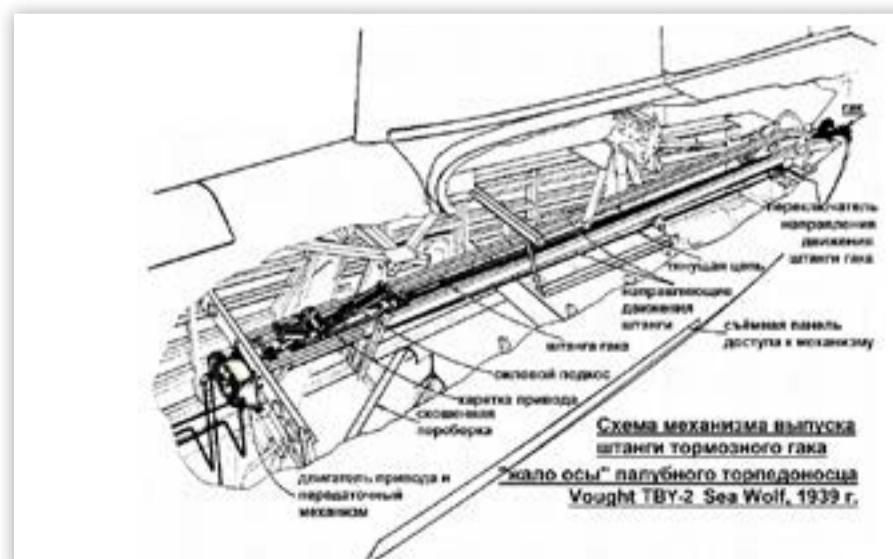


Рис.23. Механизм перемещения штанги гака торпедоносца TBM-3