

I. Управление мотором

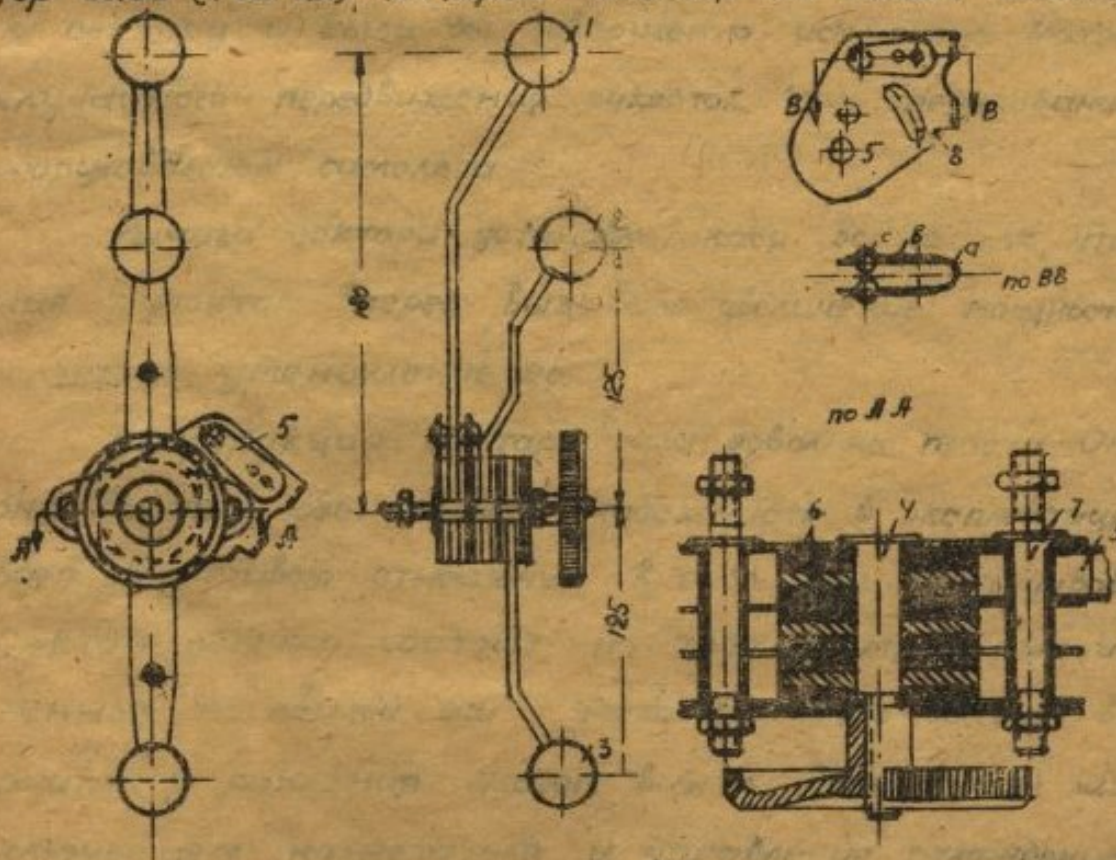
Настоящий раздел

составлен имж. Люльки С.Е.

Управление мотором

Система управления мотором состоит из собственно управления мотором - управления дроссельной заслонкой карбюратора, высотным корректором карбюратора^{*)}, регулирования подогрева, поступающего в карбюратор воздуха, опережении зажигания и степени надува - и управления целым рядом агрегатов, входящих в состав моторной установки - заслонками и жалюзи капотов моторов воздушного охлаждения, жалюзи радиаторов, кранами бензиновой и масляной системы, ручными бензопомпами, изменение шага винта, обогревом кабин, аварийный сливом горючего и т.д.

Ручки управления нормальным и высотным газом и опережением зажигания, являющиеся основными в системе управления мотором, объединяются в одно целое, образуя сектор газа (Рис. 480), который имеется на каждом самолете.



1. Рычаг нормального газа.
 2. Рычаг высотного газа.
 3. Рычаг опережения зажигания.
 4. Стальной болт.
 5. Стопорная корончатка.
 6. Фибровые шайбы.

Рис 480

^{*)} Дроссельная заслонка служит для регулирования количества смеси, подаваемой в цилиндры. Высотный корректор - для изменения качества смеси (обогащения или обеднения ее).

Сектор, как правило устанавливается на левом борту кабины пилота, т.к. в случае установки сектора справа, летчику для манипулирования сектором каждый раз приходилось бы переключать ручку или штурвал управления из правой руки в левую. Размещение сектора справа от летчика на самолете с одним пилотом не может быть допущено без предварительного согласования этого вопроса с заказчиком.

При наличии на самолете двух пилотов, сидящих рядом, сектор устанавливается между ними и, таким образом, находится справа от левого пилота; однако это целесообразнее чем ставить два сектора. В случае нахождения на самолете двух пилотов, сидящих друг за другом, секторы ставятся в обеих кабинах.

Сектор должен быть расположен таким образом, чтобы летчик свободно доставал до него левой рукой, не меняя положения своего тела, чтобы ничто не препятствовало доступу к сектору и была бы совершенно исключена возможность случайного передвижения рукояток при оперировании другим оборудованием самолета.

Рычаги сектора устанавливаются всегда так, чтобы движение рукояток вперед вызывало увеличение мощности мотора и назад - уменьшение ее.

Конструкция сектора газа довольно проста, Однако, она должна обеспечивать надежность в эксплуатации и требует вдумчивого отношения к себе при конструировании. Сектор обычно состоит из трех-четырех рычагов, укрепленных на общей оси. Часто в состав сектора вводят ручки управления шагом винта, включением или переключением нагнетателя и управления охлаждением мотора (заслонками капотов или радиаторов). Управление зажигания и т.д.

может, вообще, отсутствовать, если мотор оборудован магнето с автоматической установкой опережения. То же также может отсутствовать и рычаг управления высотным корректором карбюратора, т.к. в последнее время появились автоматические высотные корректоры, устанавливаемые на карбюраторах с целью замены ручной коррекции смеси при изменении высоты полета - автоматической.

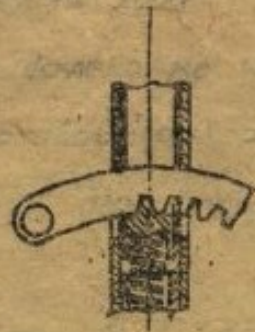
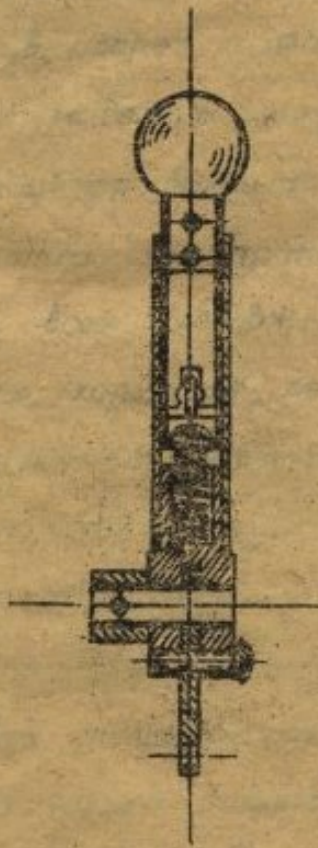
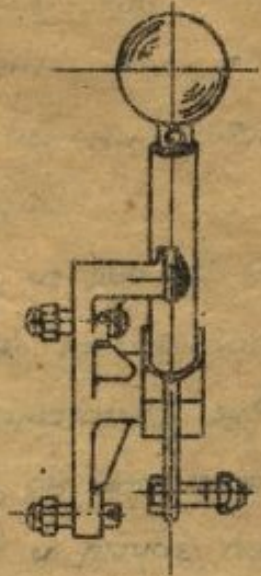
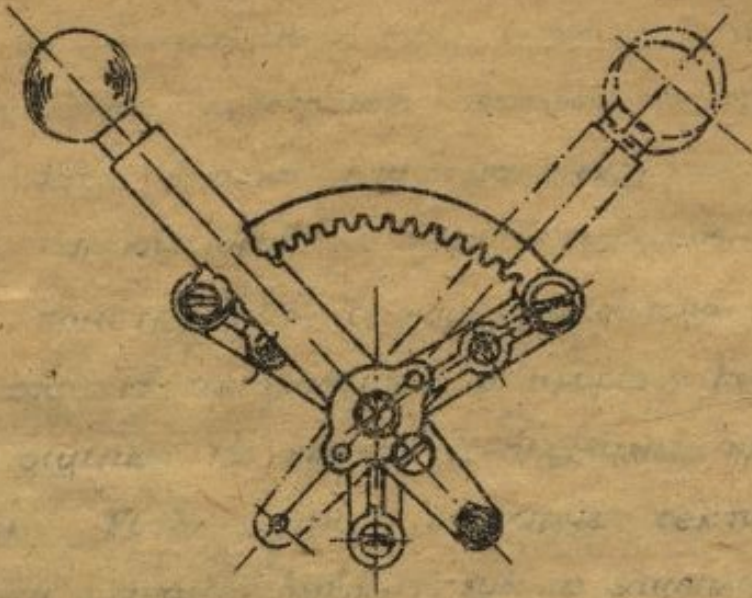
Помещать на секторе больше четырех рукояток не следует, т.к. в противном случае сектор получается слишком громоздким и получается вероятность ошибки пилота при выборе нужного рычага.

Все рукоятки должны сохранять положение, приданное им летчиком, не изменяя его ни от вибраций конструкции, ни при резких маневрах самолета, а ручки управления охлаждением мотора, подогревом карбюратора, водяными и масляными радиаторами, заслонки которых обычно находятся в потоке, кроме того, не должны перемещаться под давлением воздуха.

Достигается это может самыми разнообразными способами. Наиболее простая и распространенная система показана на рис. 480. Между рычагами на ось вращения надеты кожаные, или фибровые прокладки (б), создающие необходимый момент трения, величина момента может регулироваться стягиванием соединения при помощи осевого болта (4).

Изменение усилия затяжки осуществляется посредством поворота гайки-маховичка.

Примером другой, очень распространенной, конструкции фиксатора может служить сектор подогрева двухмоторной летающей лодки Глен-Мартин W 139 (рис. 481).



Rec 481.

Этот сектор состоит из одного рычага, смонтированного на листе кронштейна и предназначен только для управления подогревом карбюраторов

От рычага идут тяги к обоим моторам и, таким образом, управление подогревом производится синхронно. Это следует признать вполне рациональным, т.к. управление подогревом карбюраторов не требует дифференциации.

Конструкция самого фиксатора ясна из рис 421. Фиксатор состоит из гребенки, в прорезы которой засакивает зуб имеющийся на рычаге и пружины, прижимающей зуб к гребенке. Когда летчик оперирует сектором, он, нажимая на ручку рычага, выводит зуб из зацепления и рычаг получает свободу перемещения; при отпуске же рычага, зуб снова засакивает в прорез и фиксирует положение. Такая конструкция очень надежна, но неприемлема для управления газом, где требуется большая плавность хода.

Описанными конструкциями далеко не исчерпывается перечисление всех возможных способов фиксации рычагов (Так, например, хорошие результаты дает применение маленьких ленточных тормозов).

Рычаги нормального и высотного газа всегда располагаются на секторе рядом. Р. Петит-Эрио - видный английский специалист по мотоустановкам - советует согласовывать работу этих двух рычагов так, чтобы движение рычага нормального газа назад вызывало бы такое же движение и рычага высотного газа^{*)}; вперед же рукоятки должны, разумеется, переставляться независимо друг от друга.

Это желание связать движения рычагов вызывается следующим обстоятельством: по мере поднятия на высоте

^{*)} Aircraft Engineering №69 и 70 за 1934г. или перев. Соболевой - Технические заметки ЦАГИ №82. Моторная установка на самолете

Летчик обедняет смесь, передвигая рычаг высотного корректора вперед. Если же затем, начав спуск, пилот прикрывает дроссель, но забудет восстановить нормальную смесь, то при даче газа после окончания спуска, мотор может отказать, т.е. регулировка смеси будет нарушена. Конструктивно это осуществляется очень просто, путем приклепывания к рычагу нормального газа выступающего упора (рис. 482^а).

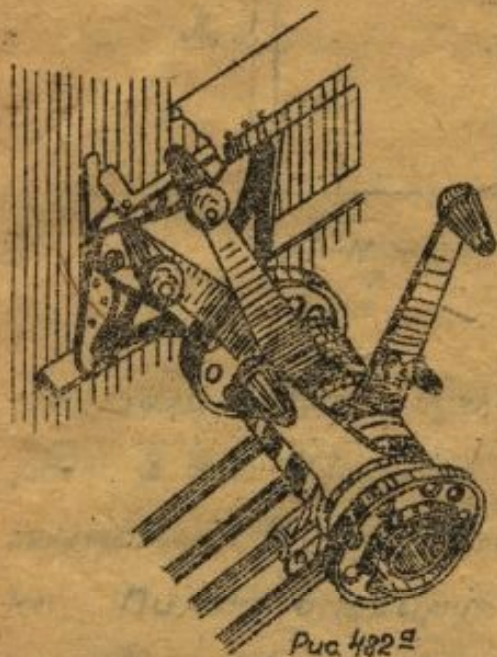


Рис 482^а

Следует, однако, отметить, что на боевых самолетах, выполняющих все фигуры высшего пилотажа, летчик прикрывает дроссель не только переводя самолет на планирование, а и при различных маневрах (напр. при выполнении петли). При этом он, очевидно, каждый раз будет нарушать регулировку смеси. Таким образом для этих самолетов, а особенно для истребителей, применение упора не может быть признано целесообразным.

разным.

На моторах, не имеющих автоматического регулятора степени наддува ($P_k = const$), сектор газа должен иметь ограничитель, который разделял бы весь ход рычага управления дросселем карбюратора (рычаг нормального газа) на два участка:

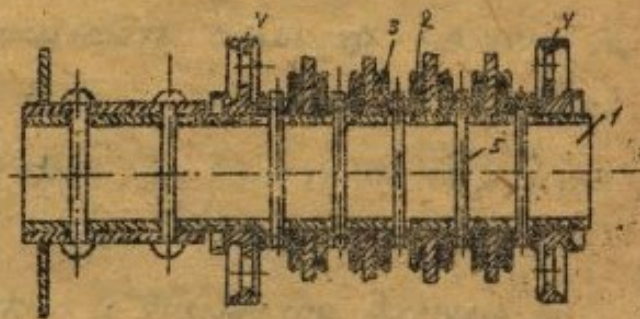


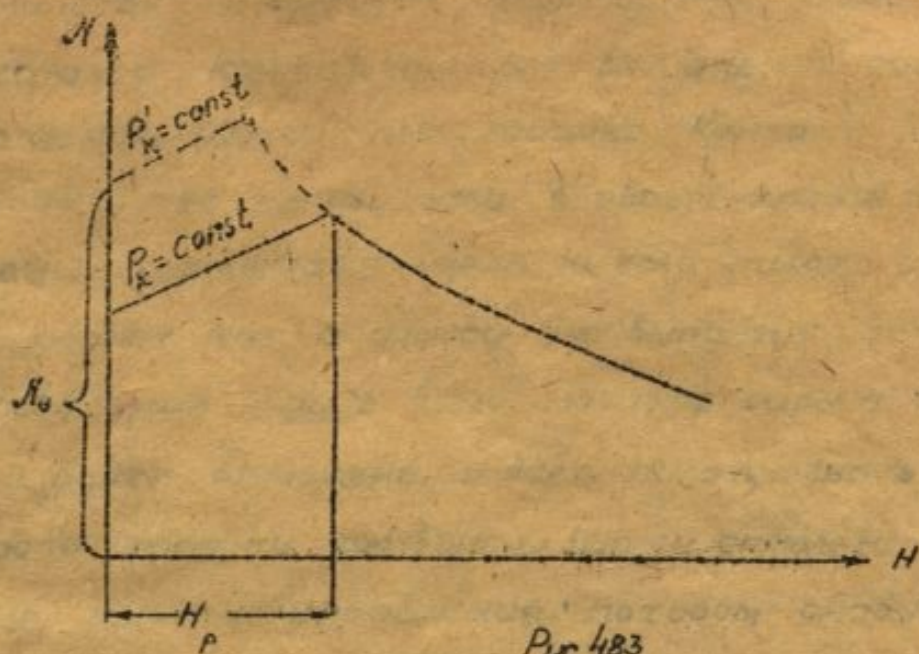
Рис 482^б

два участка:

1. Позволяющий достигнуть увеличения мощности до № (рис 483) и
2. Для дальнейшего увеличения мощности.

Это разделение хода промежуточным ограничителем необходимо для того, чтобы исключить возможность нечаянного открытия пилотом дросселя больше, чем это диктуется условием $P_k = const$.

Устройство ограничителя (5) показано на рис 480 в составе сектора газа и отдельно в верхнем правом углу. Он представляет собою коробочку (а), согнутую из листовой стали, как показано на рис, и



имеющую два круглых выреза для шариков (с) диаметром 8 мм. Шарики прижаты друг к другу плоскими пружинами (б), приклепанными снаружи к стенкам коробочки. Пилот, оперируя дросселем ясно чувствует когда рычаг, добой до шариков ограничителя, упирается в них.

Если пилоту нужна мощность большая нежели N_0 (например, с подъемом на высоту, или при кратковременном форсировании мотора на взлете до $P'_k > P_k$ -см. (рис 483), он нажимает на рычаг с большим усилием. Последний раздвигает шарики и движется дальше до упора.

В моторах, снабженных автоматическим регулятором степени наддува форсирование обеспечивается управлением заслонкой нагнетателя.

Ограничитель монтируется на общей оси (н) сектора. Фиксация его в различных положениях достигается стягиванием болта (т) входящего в дугообразный прорез коробочки (в).

Кроме ограничителя газа, секторы, устанавливаемые

на самолетах, имеющих убирающееся шасси, часто снабжаются контактом для включения сигнализации о положении шасси при посадке. Контакт устанавливается так, что рычаг газа в своем крайнем заднем положении замыкает цепь и если пилот идя на посадку уберет газ, а шасси не выпустит, то сигнальное приспособление (чаще всего мощная сирена или яркая лампа) будет включено и даст пилоту знать о невозможности посадки (см. вып. 6. - Шасси самолета Потез 63)

Все рычаги управления мотором снабжаются шариками - рукоятками.

Рычаги должны быть отогнуты друг от друга настолько, чтобы расстояние между рукоятками позволяло бы летчику передвигать любую из них в отдельности рукой в меховой перчатке, не задевая соседних. Все ручки должны иметь четкие надписи и стрелки, не оставляющие у пилота сомнений в отношении обращения с ними. Шарик рычагов управления карбюратором и зажигания окрашиваются в стандартные цвета - ручка нормального газа - в черный цвет, высотного - в синий и управления зажиганием - в красный. Остальные ручки стандартной окраски не имеют.

В конструкции сектора, как и во всей проводке от него, не должно быть люфтов.

Секторы двухмоторных самолетов обычно содержат только рычаги управления газом. На рис. 482 приведен сектор двухмоторного гидросамолета Supermarine "Sout-hampton" состоящий из двух пар рычагов. Правая пара рычагов обслуживает правый мотор, левая - левый. Большие рычаги служат для управления нормальным газом, малые -

высотным. На рычаге нормального газа правого мотора хорошо виден приклепанный язычок, служащий для одно-временного отвода назад высотного рычага. У второй пары рычагов ту же роль исполняет сама ручка высотного газа. На том же рисунке в разрезе показано устройство механизма, фиксирующего положение рычагов.

Все рычаги надеты на трубу (1), крепящуюся при помощи кронштейна к борту фюзеляжа. Между рычагами проложены фибровые шайбы (2) и точеные алюминиевые кольца (3). С обеих сторон трубы на резьбе навинчены гайки (4), зажимающие рычаги между шайбами и создающие, таким образом, необходимую силу трения. Для того, чтобы шайбы не проворачивались, они приклепаны потайными заклепками к кольцам, которые в свою очередь предохранены от проворачивания длинными стальными болтиками (5), проходящими через трубу насквозь. Для того, чтобы можно было стянуть весь сектор гайками, прорезы для болтов сделаны в трубе удлиненными.

На рис 484 (стр.10) показан стандартный американский сектор газа для двухмоторного самолета.

На многомоторных самолетах все управление моторами, вместе со всеми контрольными приборами и остальным моторным оборудованием, выносятся на специальный пульт и передается механику.

Помимо секторов, кабины летчиков оборудуются целым рядом рукояток управления агрегатами винтомоторной группы. Количество этих ручек на современном самолете, даже на одномоторном, очень значительно. Понятно, что вопрос размещения их в

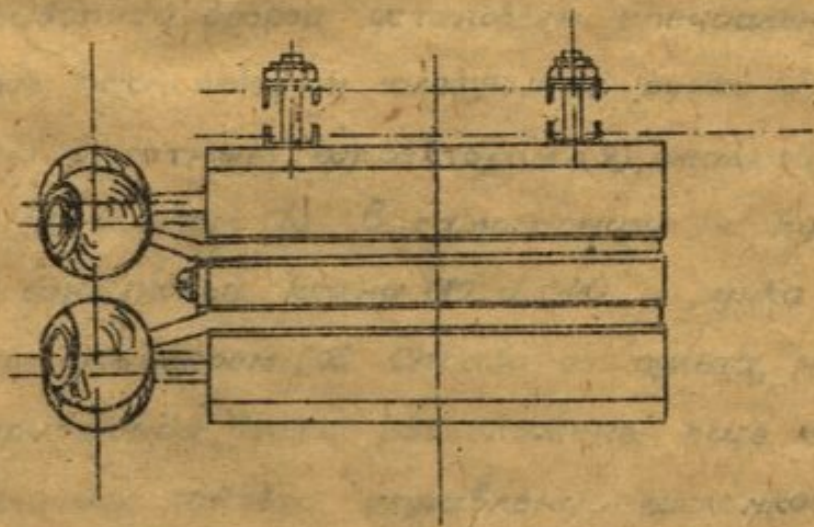
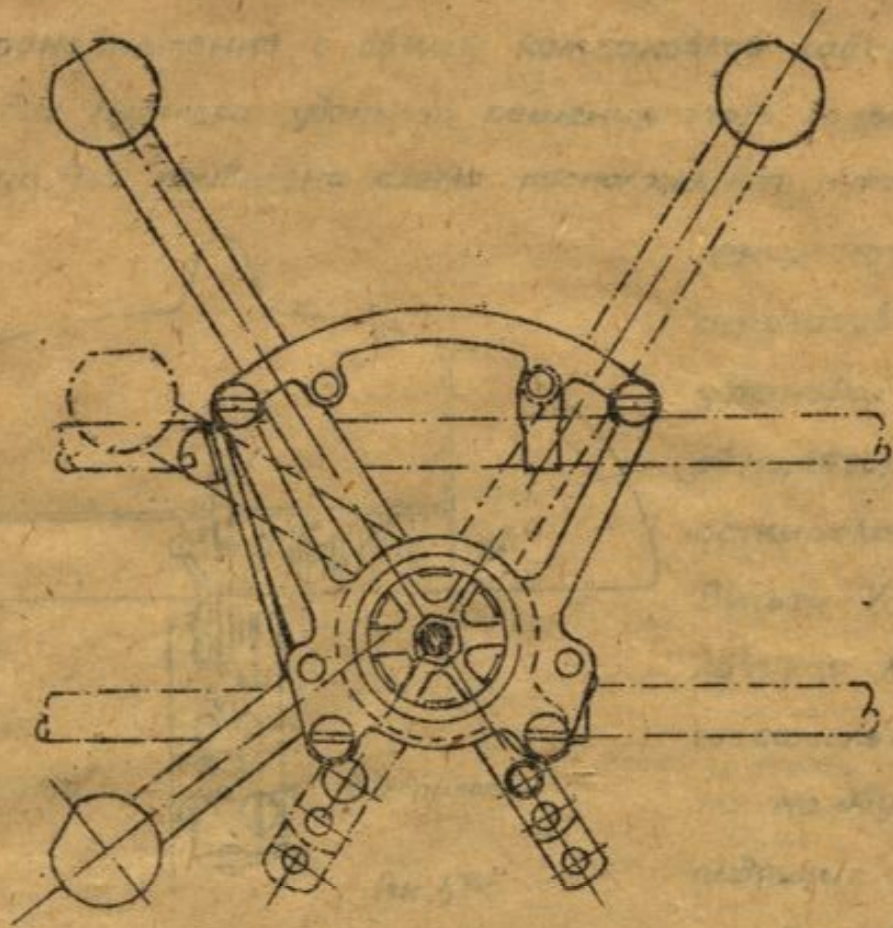


Рис. 484

кабине, загроможденной многочисленными приборами и другим оборудованием, является довольно сложным, и должен решаться одновременно с общей компоновкой кабины. Рассмотрим два примера удачного решения этого вопроса.

На рис 485 приведена схема расположения ручек управления

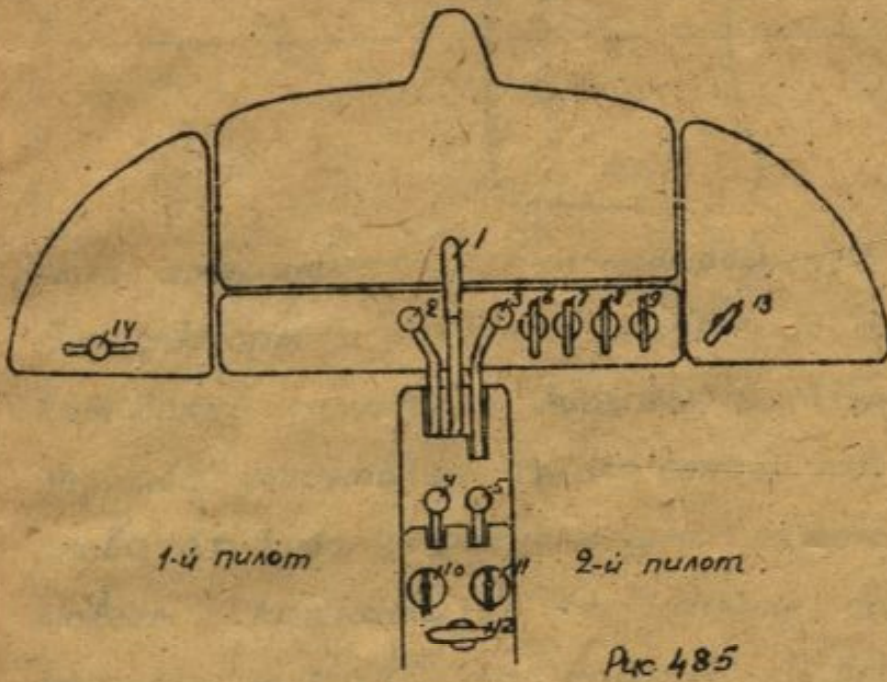


Рис 485

ления мотором и агрегатов моторной установки в кабине одномоторного пассажирского самолета Вульчи V-1-AS. Пилотская кабина этого самолета рассчитана на двух пилотов, сидящих рядом

Посредине каби-

ны, под приборной доской установлен специальный пульт, на котором расположены следующие ручки управления: дросселем (1), высотным корректором (2), жалюзи капота (3), наддувом (4), винтом (5). В самом низу на пульте расположены два бензиновых крана (10) и (11) и ручка управления бензиновым альвером (12). Справа от пульта, на нижней панели приборной доски расположены еще четыре ручки. Назначение их таково: управление заслонкой масляного радиатора (6), управление подогревом карбюратора (7), управление обогревом кабины летчиков (8) и пассажирской кабины (9). Кроме того, на приборной доске установлены: ручка управления огнетушителем (13) и ручка электро-стартера (14).

В качестве второго примера на рис. 486 изображено

расположение ручек управления моторами двухмотор-

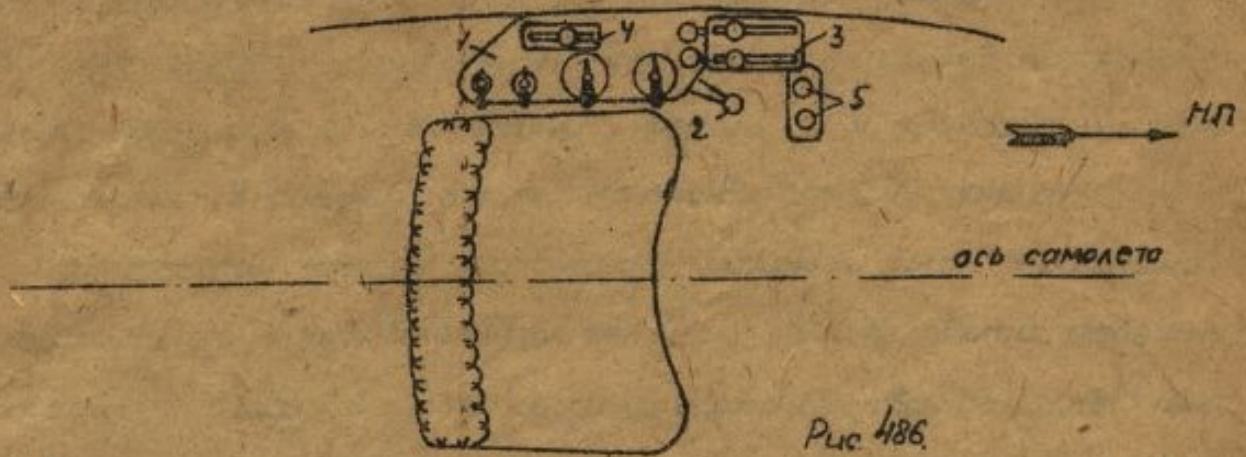


Рис 486.

ного американского бомбардировщика Глен-Мартин W139. Все секторы и рукоятки управления сосредоточены на левом борту пилотской кабины. Во второй кабине - в кабине летчика установлен только сектор газа. В кабине пилота слева от кресла расположена панель управления бензиновыми кранами (1). На панели помещены четыре крана и ручка (2) для управления бензиновым альвеаром. Над панелью установлены два сектора. Передний сектор (3) снабжен четырьмя рычагами и предназначается для управления нормальным и высотным газом.

Как всегда делается в таких случаях, правая пара рычагов обслуживает правый мотор, левая - левый. Задний сектор (4) имеет только одну ручку. При помощи этой ручки синхронно осуществляется управление подогревом карбюраторов обоих моторов.

Несколько впереди панели бензокранов находятся еще две ручки (5) для управления винтами.

Такую группировку всего оборудования на левом борту одноместной кабины следует считать наиболее удобной для пилота.

Все сектора и ручки, устанавливаемые в кабинах пилотов, должны быть соединены проводкой с соответ-

вующими заслонками, рычагами и кранами. Проводка может осуществляться одним из следующих трех способов: 1) тросами, проходящими через систему направляющих роликов, 2) жесткими тросами, и 3) тросами, заключенными в специальные направляющие трубки.

Система тросов и роликов должна быть признана совершенно неудовлетворительной, ввиду малой надежности, больших люфтов и большого количества роликов^{*)}, представляющих значительные затруднения при монтаже, и может применяться только в самых исключительных случаях.

Проводка, состоящая из шарнирно-соединенных жестких тяг, является вполне надежной и встречается очень часто. При применении этой системы должны быть соблюдены следующие правила:

Сочленения тяг должны быть совершенно лишены люфтов, а на случай возникновения таковых, должна быть предусмотрена возможность их устранения.

2. Способы крепления тяг к конструкции самолета и друг к другу должны исключать всякую возможность заедания в шарнирах и подшипниках. Сочленения эти должны позволять концам тяг перемещаться в любой плоскости, т.е. должны быть шаровыми шарнирами, они должны быть закрыты во избежание попадания пыли. Ниже приводятся несколько типичных сочленений.

3. Через противопожарную перегородку тросы должны проходить без зазоров. С этой целью на перегородке устанавливаются уплотняющие переходники, а движение тросов, проходящих через перегородку, должно быть только

^{*)} По условиям места, проводка управления мотором имеет, обычно, много перегибов.

осевым или вращательным. Иногда, правда, на это не идут, а просто зашивают отверстие огнеупорной кожей, которая все время плотно прилегает к тяге при ее движении.

4. Вся проводка тяг на моторе не должна затруднять доступа к мотору, а проводка внутри самолета — мешать работе экипажа. Очень часто проводку внутри фюзеляжа заключают в тонкостенную дюралевую трубу большого диаметра, чтобы предохранить ее от случайных повреждений.

Существенным недостатком жесткой системы является ее сложность. Все пространство между пилотом и мотором, как до противопожарной перегородки, так и за ней, всегда заполнено различным оборудованием и проведение многочисленных тяг с большим количеством изгибов и сочленений сильно затруднено. Однако, благодаря большой надежности, система эта применяется очень часто и в особенности для тех агрегатов, отказ которых представляет большую опасность для самолета. Так, например, в разобранных выше системах управления моторами самолетов Вульфи и Глек-Мартин управление дросселем, бензиновыми кранами и бензиновым альвеером выполнено жестким.

Из вышеизложенных требований ясно, что при применении жесткой системы особое внимание должно быть обращено на сочленение тяг.

На рис. 487 приведена распространенная конструкция шарового шарнира. К концу одной из тяг крепится поводок, оканчивающийся шариком с диаметром 8 мм.

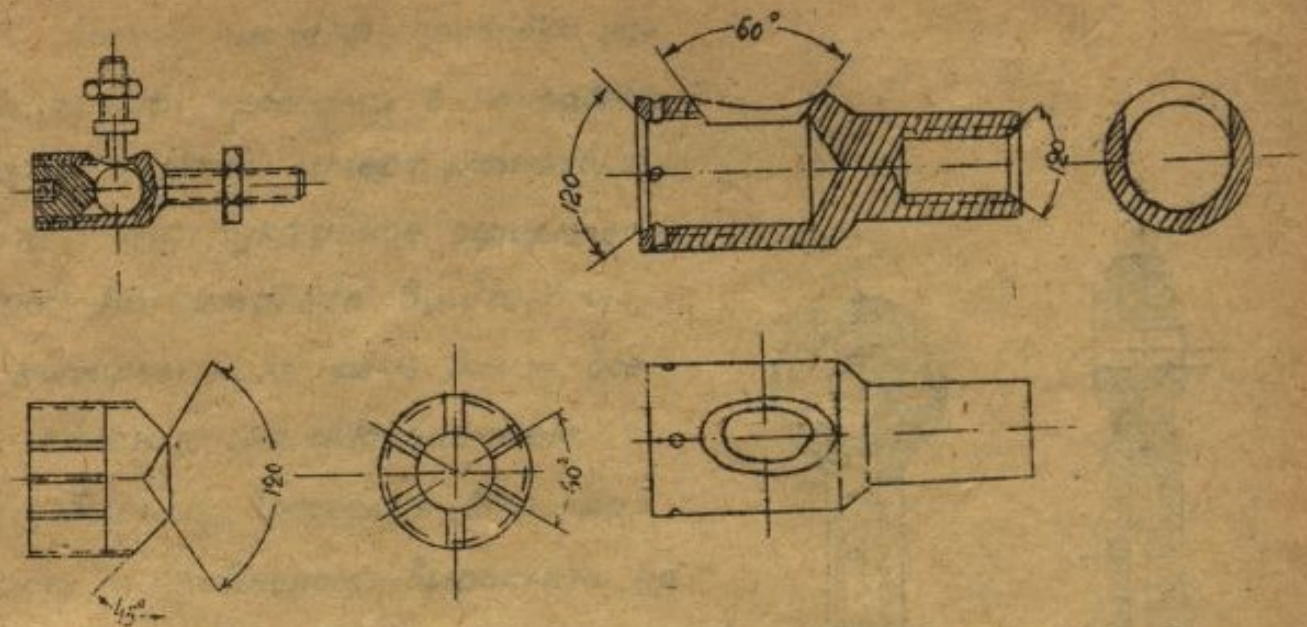


Рис 487

Вторая тяга заканчивается специальным корпусом, расточенным как показано на рисунке. В боковое отверстие корпуса заводится шарик первой тяги и прижимается гайкой с конической выточкой к корпусу. Гайка контрится шплинтом. По мере разбалтывания соединения, люфт устраняется подтягиванием гайки.

В последнее время в США стали применять специальные наконечники для тяг с запрессованными самоустанавливающимися шарикоподшипниками. Шарикоподшипники двухрядные закрытого типа, защищенные от засорения и дают возможность поворота оси подшипника до 30° *)

Конструкция наконечника детально показана на рис. 488. Там же показан способ соединения двух тяг такими наконечниками. Рисунок наглядно иллюстрирует универсальность такого соединения.

*) В этом подшипнике шарики заключены внутри фигурного кольца. При вращении обоймы фигурное кольцо вместе с ней катится по шарикам. Поворот оси подшипника достигается скольжением обоймы относительно фигурного кольца.

Третья система проводки управления тросами в направляющих трубках имеет разнообразное конструктивное оформление. На самолете Вульфи VI-ЯЗ, о котором шла речь выше, все управление (за исключением управления дросселем, бензокранами и альвеаром), выполнено по системе „Brewster“

Проводка типа „Brewster“ рис. 489 состоит из троса (1) и канализанных на него поочередно

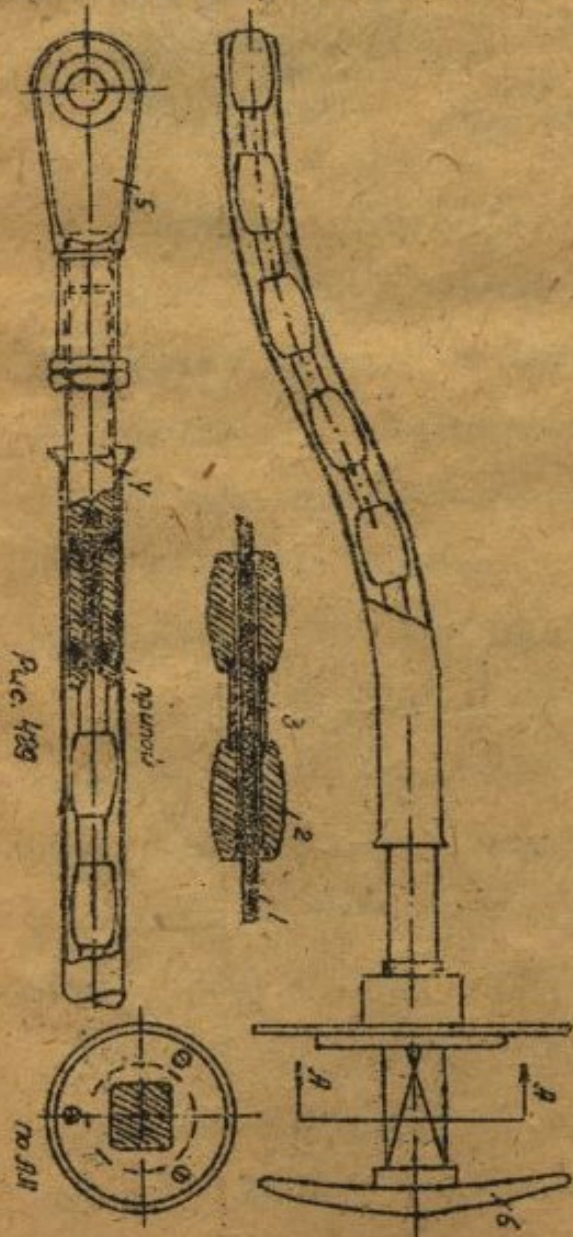


Рис. 489

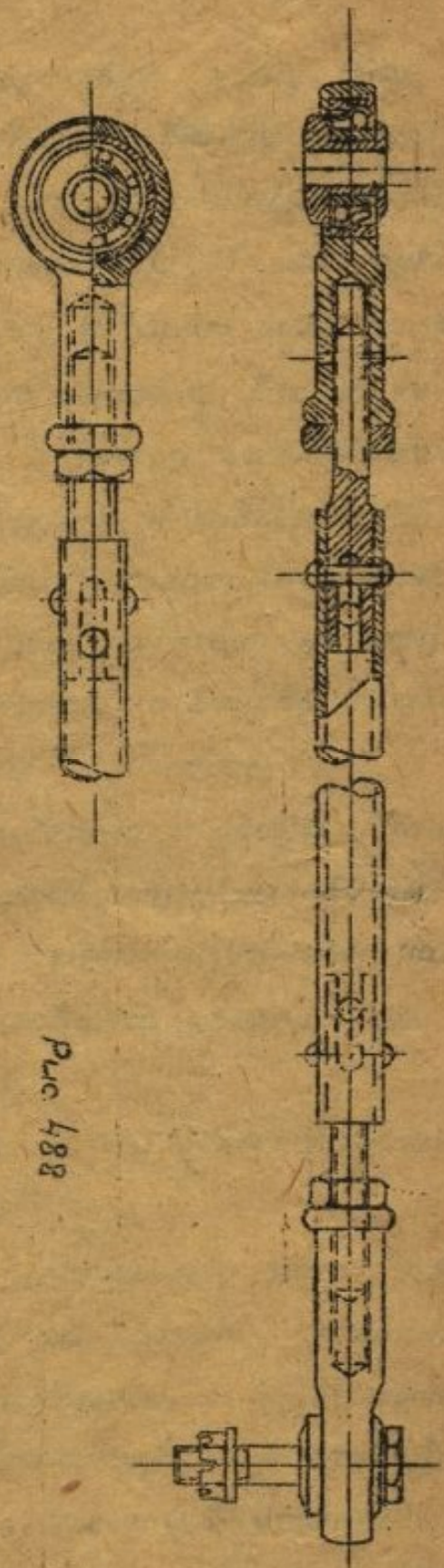


Рис. 488

бочкообразный втулок (2) и валиков (3).

Концы валиков обточены по шару и заходят в такие же выточки во втулках.

Вся эта цепь заключена в дюралевую трубку. Один конец троса вдавливается в стержень (4) (рис. 490), на ко-



Рис. 490

торый навинчивается на кончик (5), конструкция которого была только что описана. Вторым концом троса заделывается в ручке управления (6).

При оперировании ручкой трос работает на растяжение, а втулки и валики на сжатие.

Система „Вчewster“ очень надежна и удобна. Минимальный допустимый радиус изгиба трубки — 50 мм. Вытяжка троса компенсируется подвинчиванием наконечника. Недостатком этой проводки является ее значительная сложность.

Другим примером гибкой проводки может служить проводка системы Аренс (рис. 491).

Система Аренс состоит из: внутреннего троса, работающего на растяжение, бoudenовской оболочки, работающей на сжатие и наружной направляющей бoudenовской оболочки. Один конец этой проводки заканчивается вилкой, причем к вилке припаяны и трос и внутренняя бoudenовская оболочка. Вторым концом, также как и в системе „Вчewster“, заделывается в ручке управления. Трос и внутренняя оболочка вставляются в



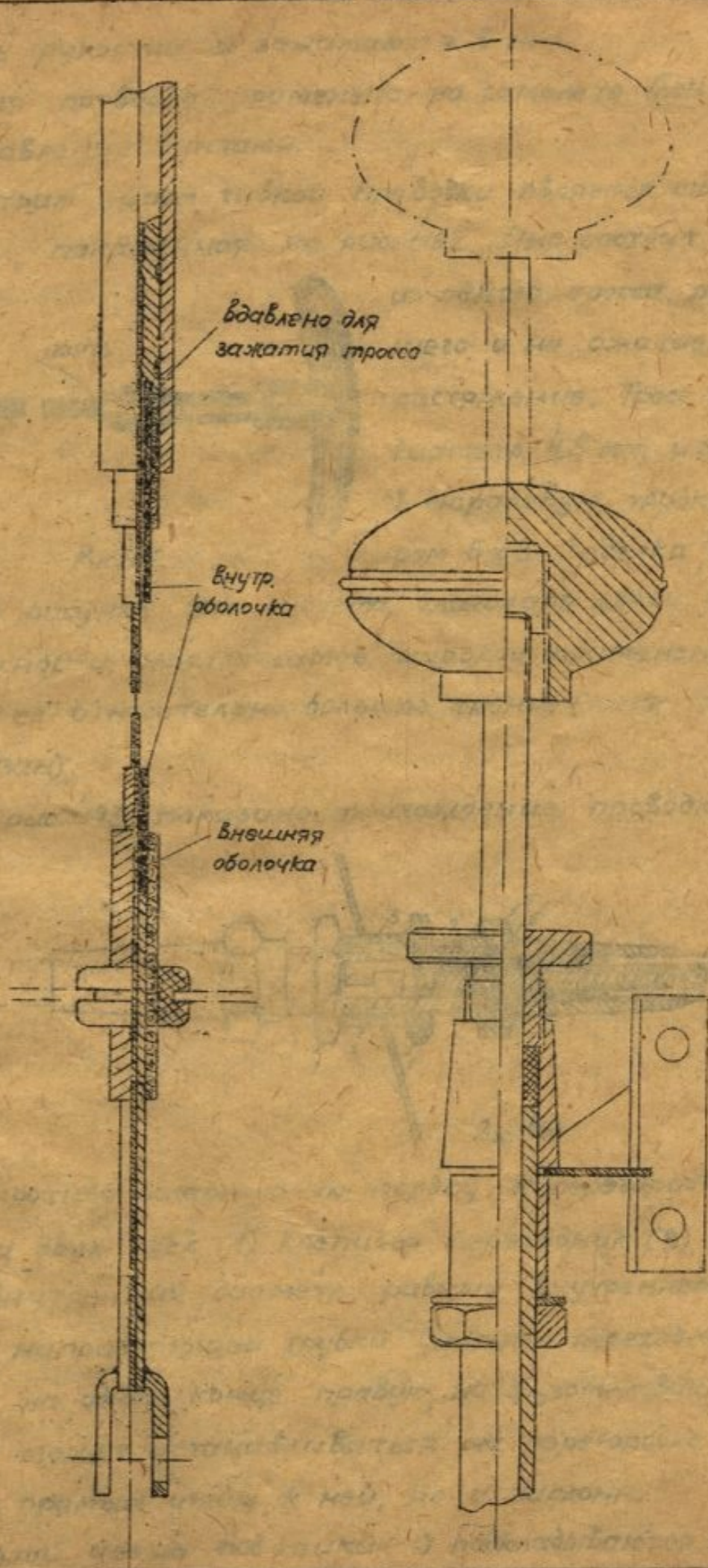


Рис. 491

стержень рукоятки и зажимаются в нем.

Такая проводка применена на самолете Глен-Мартин для управления винтами.

Третьим типом гибкой проводки является система Амслер, показанная на рис. 492. Она состоит только

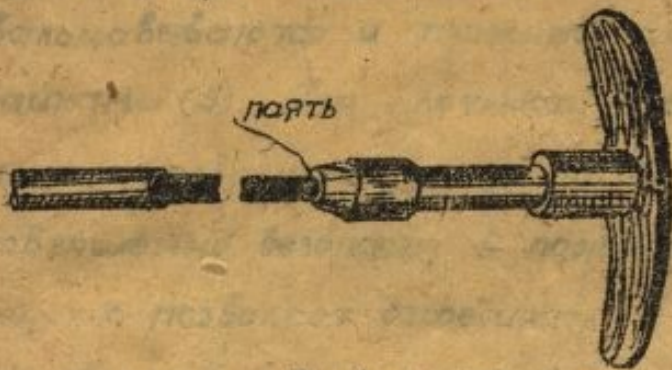


Рис. 492

из одного троса, работающего и на сжатие, и на растяжение. Трос имеет диаметр 4,5 мм. и заключен в дюралевую трубку, размером 6 x 8. Заделка концов

ясна из рисунка. Эта система, благодаря своей простоте и надежности, нашла самое широкое применение. Недостаток ее - относительно большое трение (хотя трос обильно смазан).

На рис. 493 показано прохождение проводки Амслер

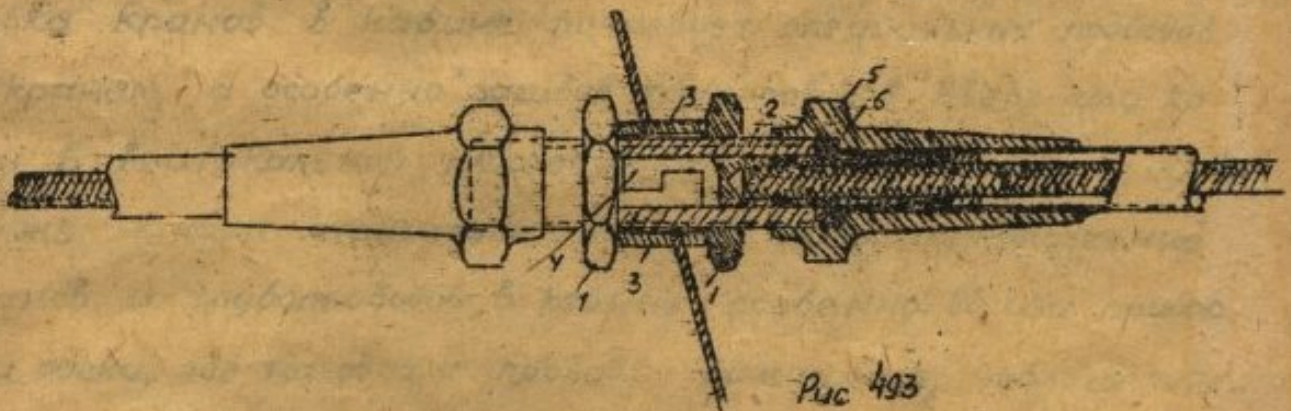


Рис. 493

через противопожарную перегородку. К перегородке при помощи двух гаек (1) крепится переходник (2), имеющий внутренний диаметр, равный внутреннему диаметру направляющей трубки. Снаружи переходник имеет резьбу, на одном конце правую, на другом - левую. Переходник может устанавливаться на перегородке не только под прямым углом к ней, но и наклонно.

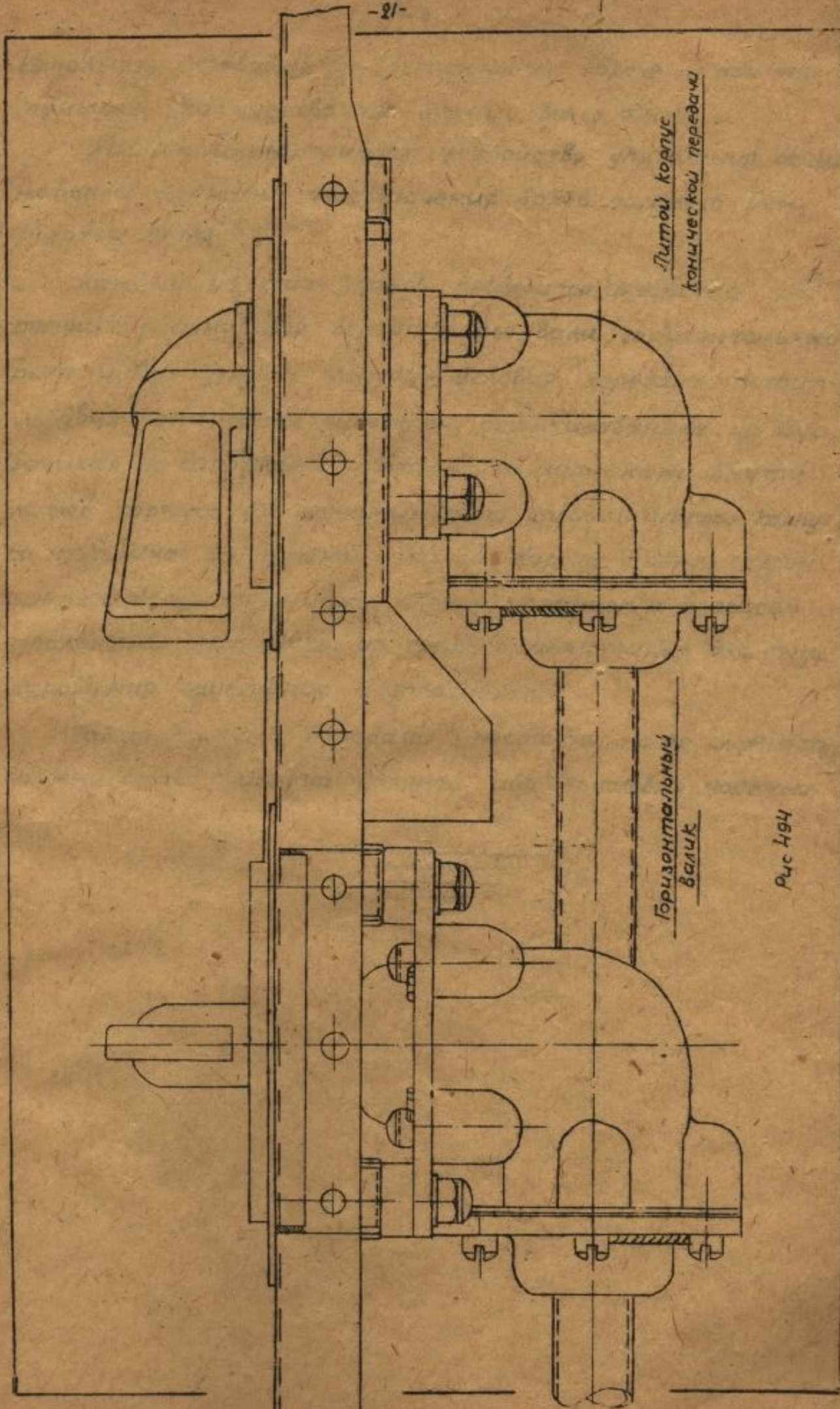
С этой целью под гайки (1) подкладываются шайбы

(3). Тросс, в месте подхода перегородки, раздается и концы его заделываются в двух одинаковых фигурных хвостовиках (4). Хвостовики соединяются друг с другом и вставляются в переходник, предохраняющий их от разъединения.

Направляющая трубка также разрезается, концы их развальцовываются и прижимаются к переходнику накладными гайками (5). Для плотности соединения внутрь гаек вложены профилированные кольца (6). Такое устройство переходников совершенно безопасно в пожарном отношении и очень удобно, т.к. позволяет отсоединять в отдельности часть проводки как до, так и после противопожарной перегородки.

В заключении остановимся вкратце на вопросе управления бензиновыми кранами. Вопрос решается очень просто, если сама схема бензопроводки позволяет установить краны внутри кабины в пределах досягаемости пилота. Тогда вообще не требуется специальной проводки. Если же установка кранов в кабине потребует специальных подводок к кранам, а особенно изгибов трубопроводов вверх или колен в вертикальной плоскости, то от этого следует с самого же начала отказаться. Помимо этого, расположение кранов и трубопроводов в кабине, особенно вблизи приборной доски, где находится проводка зажигания, неблагоприятно в пожарном отношении. Исходя из этих причин, в большинстве случаев управление кранами приходится делать дистанционным.

Проводка эта должна, как правило, осуществляться жесткими тросами, причем с диаметрами значительно большими, чем для управления другими агрегатами. Это объясняется необходимостью большой жесткости и надежности проводки. Из этих же соображений надо стремиться



Литой корпус
конечной передачи

Горизонтальный
вал

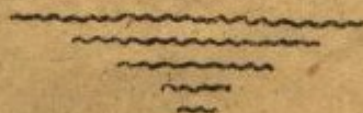
Рис 494

выполнять проводку по возможности короче и при наименьшем количестве тяг - лучше всего одной.

Рис. 494 иллюстрирует устройство управления бензиновыми кранами переключения баков самолета Глен-Мартин W 139.

Каждый из этих кранов приводится в действие при помощи шарнирного вертикального вала, горизонтального вала и двух угловых передач. Угловая передача состоит из двух конических шестерен, смонтированных на двух валиках со шпонками и шарикоподшипниками. Внутри литого корпуса из алюминиевого сплава. Внутри корпуса передача заполнена смазкой. Корпус с обеих сторон закрепляется фланцами. Между фланцем и корпусом проложены прокладки из тонкого алюминия для регулирования зацепления и уплотнения.

Такая система передачи, несмотря на ее сложность, должна быть признана удачной, ибо безусловно надежна.



II. Винты регулируемого шага

Общие положения.

Проблема максимального увеличения скорости и высоты самолета неразрывно связана с возможностями винтомоторной группы (ВМГ). Конструктор предъявляет к ВМГ ряд требований, как-то: увеличение мощности моторов, сохранение мощности ВМГ с высотой, возможность использования мощности ВМГ на различных режимах полета и т.д.

Винты фиксированного шага (ВФШ) не удовлетворяют этим требованиям. Обычно ВФШ рассчитывается на какой-либо определенный режим работы и на других режимах (при изменении скорости или высоты полета) он оказывается или легким, или тяжелым.

Само собой понятно, что в связи с увеличением диапазона скоростей и высотности самолетов, ВФШ нас удовлетворить не может.

Рассмотрим преимущества винта регулируемого шага (ВРСШ)^{*)}

1. Увеличение тяги и расходуемой мощности ВМГ ($N_u = N \cdot \eta$) при малых скоростях полета

Основным недостатком винта фиксированного шага скоростьного самолета является резкое ухудшение к.п.д.

На малых значениях $\lambda = \frac{V}{n \cdot D}$, соответствующих режимам старта и набора высоты, в связи с переходом лопастей на закритический режим работы. Рассмотрим это подробнее

Рассмотрим треугольник скоростей винта, причем, для упрощения пренебрегаем индуцированными скоростями винта (рис 495).

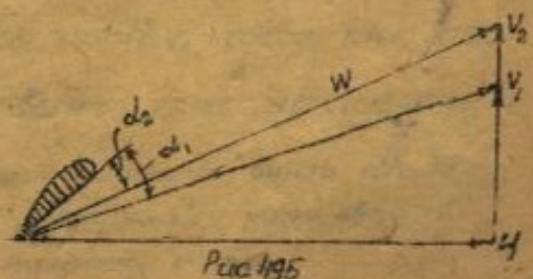


Рис 495

^{*)} ВРСШ или ВИСШ (винт изменяемого шага)

Пусть U - окружная скорость сечения винта, V_1 и V_2 - скорости полета самолета. Скорость потока, набегающего на лопасть винта при полете самолета со скоростью V , равна и противоположна по направлению результирующей скорости W .

Из рис. 495 видно, что при постоянных оборотах винта, следовательно и постоянной скорости U , изменение скорости полета V изменяет угол атаки α лопасти винта. Изменение угла атаки изменяет C_u лопасти.

Ясно, что если винт подобран для V_{max} , то при взлете, когда скорость ($V_{взл}$) будет меньше, угол атаки лопасти (α_2) увеличится.

Вследствие большого диапазона скоростей, характерном для современных самолетов, угол атаки лопасти в ФРЦ при взлете оказывается больше критического. C_u лопасти падает, а следовательно, падает и тяга винта T^{*2} .

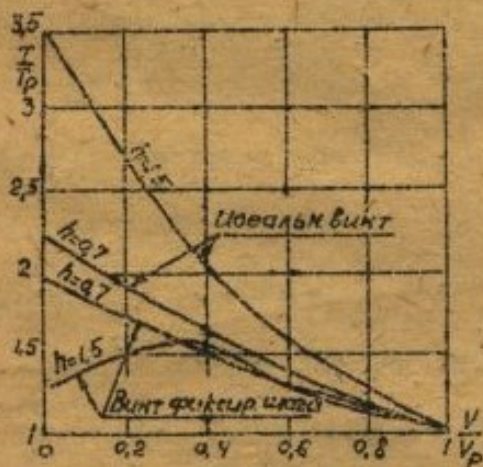


Рис. 496.

Рис. 496 дает наглядное представление о возможности развития воздушных винтов.

Здесь: V_p и T_p - соответственно скорость и тяга винта на расчетном режиме, h - относительный шаг винта. Идеальный винт - винт, для которого кривая коэффициента мау-

ности винта представится линией максимальных к.п.д. при любом значении η .

Как видно, у идеального винта тяга на месте при шаге $h=0,7$ увеличивается только на 13%, тогда, как для винта шага $h=1,5$ (более скоростной винт) тяга на месте

*) Помимо этого, увеличение угла атаки α повышает мощность винта при одном и том же числе оборотов. Винт становится "тяжелым" и число оборотов падает. С падением числа оборотов падает и мощность мотора.

увеличивается на 275%. Эта колоссальная разница объясняется переходом лопастей винта шага $h=1,5$ на закритический режим работы.

На рис 497 имеем кривые тяг винтов при $h=1,5$, для винтов:

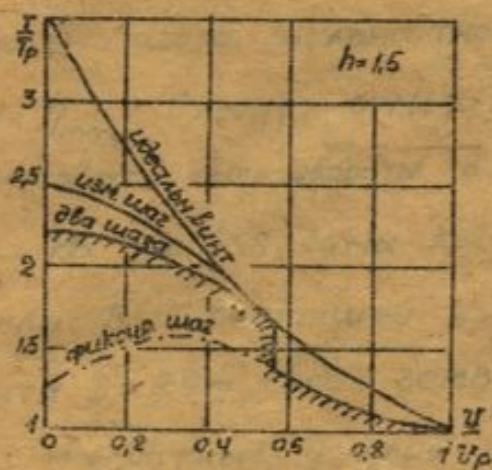


Рис. 497

идеального (h_{max}), изменяемого шага (отрегулированного на $n=n_{max} = const$), с двумя поворотами лопастей (позволяющего уменьшать шаг при взлете) и фиксированного шага.

Из этой диаграммы мы видим, что винт регулируемого шага дает значительные преимущества в отношении

разбега и взлета самолета. Правда, из диаграммы следует, что тяга ВРШ значительно уступает таковой идеального винта. Однако, это нельзя сказать о располагаемой мощности ВМГ $N_u = N \cdot \eta$.

Были исследованы три пути повышения мощности ВМГ:

1. Использование максимальной мощности мотора на всех режимах при постоянном (максимальном) числе оборотов (N_{max}).
2. Использование винта на каждом режиме с возможно большим к.п.д. (η_{max}).
3. Использование мотора и винта, таким образом, чтобы $N\eta$ было максимальным (если бы этого не дали первые два случая).

Из всех экспериментов получено, что располагаемая мощность максимальна $(N\eta)_{max}$ тогда, когда мотор работает на максимальной мощности (N_{max}).

Падение мощности при дросселировании мотора в случае η_{max} (слишком легкий винт) или при уменьшении числа оборотов (слишком тяжелый винт) настолько велико, что полезная мощность в этих случаях получается значительно меньше, чем при N_{max} и $n=const$.

Поэтому, в тех случаях, когда желательно иметь возможно большую полезную мощность (боевые самолеты), ВИШ-автомат имеет преимущество перед идеальным винтом. В тех же случаях, когда решающую роль играет экономичность работы мотора (дальностной полет), следует предпочесть полет при h_{max} . Следует отметить, что ВИШ-автомат позволяет регулировать свои обороты в полете на любое число.

На рис. 498 даны кривые располагаемой мощности у земли ВМГ состоящей из мотора Испано-Буиза 12 УВгс и винта $D=2,9$ м. серии ЗСМВ-1.

Расчетные условия при выборе винта: $V=500$ км/час на высоте 4000 м.

Располагаемая мощность с ВИШ при скорости взлета $V_{взл.}=200$ км/час. увеличилась на 47%.

2 Увеличение мощности ВМГ на разных высотах.

Мощности мотора и винта изменяются с увеличением высоты по совершенно различным законам.

Мощность винта падает с увеличением высоты пропорционально плотности воздуха.

Мощность же моторов изменяется с изменением

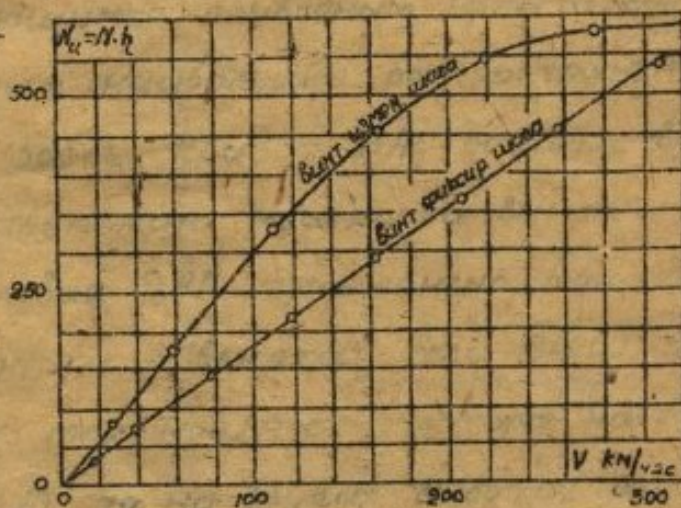


Рис. 498.

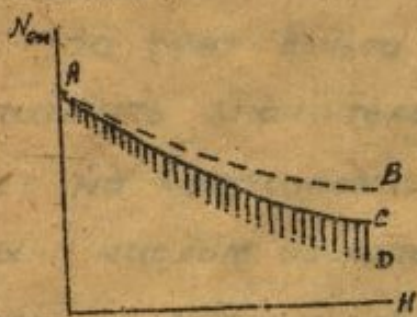
высоты по различным законам для различных типов моторов.

Рассмотрим два примера:

1. ВМГ с невысоким мотором. Мощность мотора с падением на высоту падает несколько быстрее мощности винта

$$\left(N_M^H = N_M^0 \left[\frac{S_H}{S_0} - \frac{1 - \frac{S_H}{S_0}}{7,55} \right] \right)$$

Если графически изобразить законы падения мощностей винта и мотора с высотой, то получим картину, показанную на рис. 499.

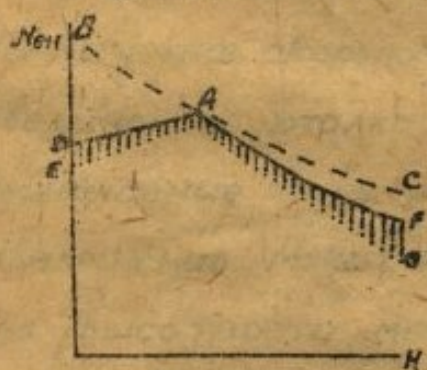


Черт. 499.

Здесь кривая АВ характеризует падение мощности винта с высотой. Кривая АС - падение мощности мотора с высотой.

Ввиду того, что падение мощности мотора с высотой идет быстрее, винт становится "тяжелым". Это приводит к уменьшению числа оборотов мотора, а следовательно, к понижению его мощности. Поэтому, мощность снимаемая винтом фиксированного шага будет изменяться с высотой по кривой АД. Заштрихованная часть показывает потерю мощности мотора из-за различного закона изменения мощностей винта и мотора с высотой.

2. ВМГ с высотным мотором. - рис. 500. (Мотор с невыключающимся приводным нагнетателем, имеющим наибольшее распространение).



Черт. 500.

Здесь кривая ВАС соответствует изменению мощности винта с высотой. Кривая ДАФ - изменению мощности мотора с высотой. Если ВФШ подобран так, что он снимает такую мощность мотора на расчетной высоте (в точке А), то на других высотах он окажется "тяжелым".

Мощность, снимаемая винтом фиксированного шага, как и в предыдущем случае, будет меньше и на графике изобразится кривой ЕАВ. Эти потери будут расти с увеличением высоты мотора.

Винт-автомат изменяемого шага, обеспечивающий $n = \text{const}$, дает возможность использовать максимальную

мощность мотора на любой высоте.

3. Уменьшение расхода горючего.

За счет винта, с изменяем. в полете шагом, можно достигнуть значительной экономии горючего, осуществляя полет на крейсерской скорости при увеличенном шаге с малым числом оборотов, иначе говоря, снижая мощность мотора не дросселированием, а увеличением шага винта (рис. 501)

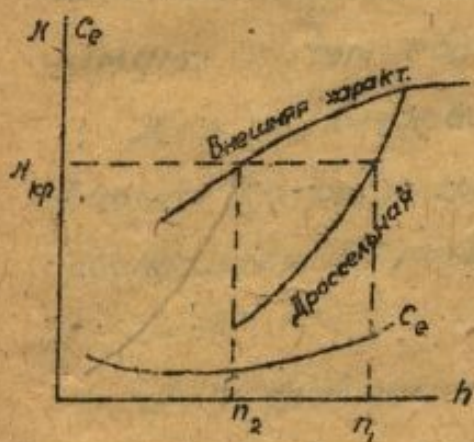


Рис. 501.

Уменьшение числа оборотов обеспечивает, также удлинение срока службы мотора.

Суммируя все вышеизложенное мы можем дать анализ преимуществ ВМГ с винтом регулируемого шага.

Увеличение мощности ВМГ при различных скоростях и разных высо-

тах полета обеспечивает:

1. Увеличение скороподъемности самолета.
2. Увеличение потолка.
3. Уменьшение длины разбега самолета перед взлетом.
4. Увеличение максимальной скорости полета выше предела высотности мотора а для некоторых моторов (внешняя земная характеристика которых не загибается книзу при максимальном числе оборотов) и ниже их высотности при неизменной величине максимальной скорости на расчетной для винта высоте.

Кроме того:

5. Изменение мощности мотора на данной высоте по внешней, а не по дроссельной характеристике, обеспечивает экономию горючего и удлинение срока службы мотора.

6. Установка лопастей винта на отрицательный угол, дает возможность использовать ВРЦ, как воздушный тормоз при пикировании и при посадке.

7. При остановке одного из моторов на многомоторном самолете, мощность остальных моторов может быть использована полностью. (Чего с ВФЦ сделать нельзя из за потери скорости самолета и утяжеления винтов). Лобовое сопротивление остановившегося винта может быть доведено до минимума путем соответствующей установки лопасти.

Для использования всех этих преимуществ, ВЦШ-автомат (отрегулированный на $n = const$) имеет также приспособление, позволяющее пилоту регулировать число оборотов.

Для сравнения работы ВРЦ с ВФЦ было поставлено много опытов, в частности в ЦАГИ. Опыты во всех случаях подтверждают преимущества ВРЦ по сравнению с ВФЦ.

При испытании одноместного истребителя с невысоким мотором „Juriter V“ $N=570$ л.с., $n=2000$ об/мин. преимущества ВРЦ по сравнению с высотным* ВФЦ, выразились в следующем:

Скороподъемность у земли выросла на 13%, а на высоте 5000 мтр. — на 43%. Потолок увеличился на 780 м.

При испытании того же истребителя с высотным мотором ($N=570$ л.с.; $n=2000$ об/мин.; $H=3650$ м.) были получены такие результаты:

Скорость увеличилась на 7%, скороподъемность у земли на 57%, на высоте 3650 м. — 12%, на высоте 8000 м. — на 39%. Потолок увеличился на 960 м.

В результате проведенных у нас испытаний одного

*Высотный ВФЦ-винт, подобранный из условия обеспечения максимальной скороподъемности самолета.

истребителя было получено, что применение ВЛШ увеличило потолок на 18%, снизило время подъема на 8000 м на 25% и увеличило максимальную скорость полета на высоте 8000 м на 7%.

Фирма Кертис проводила испытания пассажирского самолета Рабин с ВФШ и с ВРШ.

Согласно результатам испытаний, применение ВРШ обеспечивает полет на крейсерской скорости с 12% экономией горючего и уменьшением числа оборотов мотора на 26%.

Имея все эти преимущества, ВРШ сравнительно недавно начал внедряться в эксплуатацию по той причине, что конструирование и изготовление его связано со многими затруднениями. Эти затруднения сводятся к следующим основным моментам:

1. Благодаря большим окружным скоростям винта развиваются большие центробежные силы. Это приводит к усложнению крепления лопасти винта, при условии, что она должна поворачиваться вокруг своей оси.

2. Невозможность применения для ВРШ деревянных или фанерных лопастей? Попытки применить деревянные лопасти (Харт-Эстис, США) окончились неудачей, вследствие невозможности осуществить надежное крепление деревянной лопасти к металлическим частям. Поэтому, на сегодня для ВРШ применяются исключительно стальные - полые или дюралевые - полые и сплошные лопасти.

3. Сложность приводного механизма поворота лопастей, который должен помещаться во вращающейся втулке винта.

4. Увеличение веса ВРШ за счет добавочных механизмов.

Перейдем, непосредственно, к рассмотрению конструкций винтов регулируемого шага.

Введение

Принципиальную схему винта с изменяемым в полете шагом и конструкцию втулки определяют силы и моменты, действующие на лопасть.

Такими нагрузками являются:

1. Центробежная сила X .
2. Изгибающий момент от аэродинамических сил M_R .
3. Крутящий момент от центробежных сил M_0 .
4. Крутящий момент от аэродинамических сил M_a .

Остальные нагрузки (изгибающий момент от центробежных сил M_x , силы от гироскопического эффекта и пр.), как малые, по сравнению с вышеперечисленными, решающего значения не имеют.

Винты с изменяемым в полете шагом можно разбить на три основных типа:

- I. Винт с двумя положениями лопасти
- II. ВРШ с принудительным изменением шага.
- III. ВРШ с автоматическим изменением шага.

Причем, автоматическое изменение шага винта не исключает возможности регулирования его из кабины пилота.

Таким образом, эта последняя группа ВРШ имеет то преимущество, что не лишая пилота возможности влиять на режим работы винта, не загружает постоянно его внимания.

По типу привода ВРШ могут быть разбиты на винты с механическим, гидравлическим и пневматическим регулированием шага винта.

Конструкции ВРШ очень разнообразны. Мы рассмотрим лишь наиболее характерные из них и наиболее освоенные, внедренные в эксплуатацию.

Винт Гамильтон-Стандарт (США)

Этот винт получил сейчас наибольшее распространение. По лицензиям фирмы, винты Гамильтон изготавливаются в Англии, Франции, Германии, Италии и Японии.

Создав очень простую и надежную конструкцию винта изменяемого шага, фирма использовала вначале лишь два крайних его положения: малый - для разбега и взлета и большой - для полета. После того как винт надежно зарекомендовал себя в эксплуатации, был создан специальный регулятор, который, будучи установлен на моторе, управляет винтом, обеспечивая постоянное число оборотов. Таким образом, винт Гамильтон-Стандарт из винта с двумя положениями лопасти превратился в ВРШ-автомат (или иначе „Винт с постоянной скоростью“).

Изменение шага винта на меньший производится гидравлическим путем от смазочной системы мотора, а изменение на больший - с помощью центробежной силы балансиров, укрепленных на лопасти.

Схема на фиг. 186 дает понятие об устройстве и разъясняет принцип действия этого винта. На валу мотора 1 сидит втулка 2. На осях 3, представляющих одно целое с втулкой 2, посажены лопасти 4.

Центробежная сила лопастей воспринимается через

роликоподшипники 5 муфтой 6.

К основаниям лопастей прикреплены контргрузы 7, выходящие из муфты через вырез в ее передней части. Эти контргрузы имеют двойное назначение. Во-первых, они уравнивают крутящий момент от центробежных сил M_c (см. Введение), давая, кроме того, избыточный момент обратного знака. Во-вторых, связывают лопасти с полым цилиндром 8, могущим передвигаться в осевом направлении, скользя по втулке 9, на которой он сидит.

Благодаря косому направлению пазов в контргрузах, куда входят принадлежащие цилиндру 8 пальцы 10, осевое передвижение этого цилиндра вызывает поворот лопастей вокруг своих осей. Например, при движении цилиндра 8 влево лопасть, вращаясь, занимает положение малого шага. Это положение изображено на схеме внизу пунктиром.

Полость цилиндра 8 через канал во втулке и носке вала мотора соединяется с не вращающейся муфтой 11, охватывающей вал мотора. Муфта 11 в свою очередь посредством трубки 12 и крана, не изображенного на схеме, соединяется с нагнетающей частью маслопровода мотора *).

Действует винт следующим образом. Для получения малого шага, необходимого на режимах разбега и взлета, достаточно поворотом крана соединить рабочий цилиндр 8 винта с масляной системой мотора. Масло, действуя давлением в несколько атмосфер на цилиндр 8, заставляет его отойти в крайнее левое положение, поворачивая тем самым лопасти в положение малого угла установки.

* Последнее справедливо только для винта с двумя положениями. ВИШ-автомат снабжен отдельной помпой, связанной с регулятором - см. ниже.

Переходя в горизонтальный полет, для получения большого шага вторичным поворотом крана закрывают доступ масла из маслопровода мотора и дают свободный выход маслу из рабочего цилиндра в картер мотора. Освобожденные от действия пальцев 10 рабочего цилиндра лопасти под действием момента, развиваемого центробежными контргрузами 7, поворачиваются в положение большого шага, вытесняя излишек масла из цилиндра в картер.

Конструкция втулки винта Гамильтон-Стандарт показана на фиг. 187.

Рассмотрим отдельные углы конструкции.

На фиг. 188 представлено крепление лопасти ко втулке винта.

Лопасты изготовлены из дюралевых поковок, полые в своей утолщенной части. В комлевую часть лопасти запрессован конический стакан 15, закрепленный двумя винтами 16. Кольца упорного роликоподшипника 5 надевают на лопасть до окончательного ее изготовления, после чего комлевая часть лопасти осаживается и окончательно обрабатывается. Переход лопасти в комлевое расширение выполнен по большому радиусу, чем обеспечивается хорошее распределение напряжений в этой части лопасти.

Упорный подшипник 5 роликовый. Цилиндрической формы ролики, выполненные короткими для уменьшения трения скольжения, собраны в сепаратор и расположены двумя concentрическими рядами. В целях возможности разборки сепаратор сделан разъемным по диаметру, как это хорошо видно на фиг. 189. Обращает внимание прочность этого подшипника, способного выдерживать большие нагрузки. Втулка (фиг. 190) передает тягу и момент

Винта на вал мотора. Она имеет две полые оси 3, которые входят в стаканы 15 лопастей (фиг. 188) имея с ними две цилиндрические поверхности посадки.

Муфта (фиг. 190 и 191) состоит из двух половин: передней и задней, соединенных посредством четырех болтов. Передняя половина имеет четырехугольный вырез для выхода контргрузов лопастей, как это видно на фиг. 191. Задняя половина муфты, также как и передняя, не скреплена непосредственно со втулкой, и имеющийся зазор заполняется кольцевой прокладкой 17 (фиг. 188).

Таким образом эта муфта не имеет жесткого крепления на втулке, и положение ее целиком определяется лопастями, концевые части которых она охватывает. Положение последних относительно оси мотора определяется кольцами 18 (фиг. 188 и 190), стемня и пригоняя которые, достигают плотной сборки всех частей и уравновешенности винта.

Центробежные контргрузы 7 лопастей крепятся на них посредством кольца с бортом 19 (фиг. 192). Это кольцо охватывает снаружи фланец стакана 15. Здесь имеется устройство, позволяющее регулировать положение контргрузов относительно лопасти. Фланец стакана имеет по краю 36 полукруглых вырезов и кольцо контргруза 19. Это устройство позволяет менять положение контргруза относительно лопасти через 1° , причем неподвижность соединения достигается вставкой штифтов в совпавшие вырезы фланца стакана и кольца. Это устройство хорошо видно на фиг. 189. Пальцы 10 рабочего цилиндра не скользят непосредственно в пазах контргрузов, а имеют на конце шарикоподшипники, как показано на фиг. 192.

В более поздних конструкциях этот подшипник заменен двумя имеющими продольные канавки пластинками с заключенными между ними шариками.

Длина хода пальца 10 в пазу контргруза, определяющая пределы углов установки, регулируется следующим устройством. В крышке контргруза помещена шпилька 20 с гайками на концах. В гайки упирается в крайних положениях конец пальца 10. Подвижная гайка, можно регулировать пределы положений лопасти. Шпильки предохраняются от вращения поперечным штифтом.

На фиг. 193 показано изменение угла установки лопасти при перемещении цилиндра вперед (Нумерация деталей на этой схеме не совпадает с нумерацией всех предыдущих чертежей).

Как указывалось выше, применение регулятора дало возможность использовать винт Гамильтон-Стандарт как ВИШ-автомат.

Принципиальная схема автоматического регулятора винта дана на фиг. 194.

Регулятор состоит из шестеренчатой помпы 9, создающей давление в 12-14 атм., клапана высокого давления 2, грузиков 7, редукционного клапана 6 и регулятора натяжения пружины 1, состоящего из рейки шестерни и ролика с тросами 1, идущими в кабину пилота.

Помпа, обеспечивающая давление большее чем в смазочной системе прибора, уменьшает инерцию прибора.

На фиг. 194 дано три рабочих положения автомата.

На схеме I показан момент действия автомата по уменьшению шага винта. Действие происходит следующим образом. Винт при работе на каком-то режиме становится

тяжелым, отчего мотор снижает обороты. Грузики, получая соответственно меньшее число оборотов, приходят под действием пружины в указанное на схеме положение. Клапан высокого давления уходит вниз, открывая свободный доступ масла в цилиндр механизма поворота лопастей, шаг винта уменьшается, и обороты мотора восстанавливаются.

В случае превышения заданных оборотов мотора грузики под действием центробежных сил при вращении вокруг оси стержня клапана высокого давления, преодолевая силу пружины, становятся в положение, показанное на схеме II. Клапан высокого давления, поднимаясь вверх, дает свободный выход маслу в картер мотора, отчего шаг винта увеличивается под действием противовесов.

Наконец, на схеме III показан момент, когда мотор работает нормально на заданных оборотах. В данном случае центробежная сила грузиков равна силе пружины, и поэтому вход и выход масла в цилиндр механизма поворота лопастей прекращен. Помпа работает на себя, прогоняя масло через редуционный клапан.

Изменение регулировки автомата может быть произведено в полете из кабины по желанию пилота путем поворота ролика. При этом шестерня перемещает рейку, отчего пружина натягивается или ослабляется.

В литературе имеются указания на то, что фирмой предприняты шаги к замене тросового управления регулятором натяжения пружины - электрическим.

На фиг. 195 дан конструктивный чертеж регулятора. На фиг. 196 общий вид его.

Регулятор весьма компактен. Его диаметр равен 100 мм.

и высота 150 мм. Вес - 1,6 кг. Диапазон регулирования оборотов мотора от 1600 до 2700 об/мин. Чувствительность механизма такова, что изменение оборотов на 0,1% уже сказывается на регуляторе. В механизме имеется приспособление, позволяющее применять его для мотора любого вращения.

На фиг. 197 представлена схема установки винта Гамильтон с регулятором на самолете Твин Уэсп.

К недостаткам винта Гамильтон следует отнести:

1. Кольца роликового подшипника и бронзовая втулка представляют одно целое с комлем лопасти и при порче одного из этих трех элементов замена его в условиях эксплуатации невозможна, что ведет к замене лопасти целиком.

2. Возможна ненадежная работа винта при низких температурах окружающей среды.

3. Отсутствие храповика для запуска от автостартера усложнит запуск мотора при низких температурах.

4. Установка винта Гамильтон на моторе не позволяет использовать последний в качестве мотора-пушки.

5. Относительно большой вес.

Например, вес 2^хлопастного винта Гамильтон $D=2,8$ равен 86 кг.

» 3^х » » » » $D=3,25$ » 138 кг.

Винт Глостер

(Англия)

также принадлежит к ВИШ-автоматам с гидравлическим управлением.

Схема винта дана на фиг. 198.

Стакан комлевой части лопасти имеет поводок 3, который при помощи сухаря соединен с масляным цилиндром 4

помещенным внутри втулки. Этот цилиндр скользит по поверхности гильзы, на которой имеется находящийся внутри цилиндра неподвижный поршень 5. В теле поршневой гильзы высверлены три канала, которые далее проходят по втулке 1 и посредством коллектора 6 соединяются с системой неподвижных маслопроводящих трубок. Каналы I и II отверстиями соединены с передней и задней полостями масляного цилиндра. Подачей в ту или другую полость цилиндра масла под давлением цилиндру дается осевое перемещение.

При этом паводки 3 поворачивают лопасти винта.

Подача масла осуществляется помпочкой с переменным ходом, которая изображена на схеме справа. Помпочка отличается тем, что направление подачи масла регулируется центробежным регулятором. Устройство помпочки следующее. Барабан 7, данный ниже в поперечном разрезе, вращается посредством передачи от мотора. Он имеет три радиально расположенных цилиндрических отверстия, в которых ходят поршни 8, соединенные шатунами с общей осью 9. Ось 9 может перемещаться вверх и вниз. На сечениях, расположенных внизу схемы, даны два крайние положения этой оси. Когда ось 9 совпадает с осью вращения барабана 7, поршни 8 не имеют осевого движения в цилиндрических отверстиях барабана, и помпочка работает вхолостую. При смещении оси 9 вверх или вниз поршни начинают подавать масло. Верхнее положение оси 9 соответствует подаче масла из трубки II в I, т.к. поршни всасывают масло, проходя полость связанную с трубкой II и нагнетают его в полость связанную с трубкой I; нижнее положение оси дает

движение масла в обратном направлении. Положение оси 9 меняется посредством центробежного регулятора, приводящегося в действие от мотора.

Коромысло 10 соединяет муфту центробежного регулятора со стержнем 11, передвигающим ось 9. Каждому числу оборотов мотора соответствует определенное положение регулятора и связанного с ним стержня 11. При некотором числе оборотов мотора регулятор будет давать нейтральное положение оси 9 и положение лопастей меняться не будет. Число оборотов, при котором регулятор дает нейтральное положение, может регулироваться посредством пружины 12 и маховичка 13.

Очевидно, что вместо маховичка 13 может быть поставлен барабанчик, связанный тросами с управлением в кабине пилота.

На общем виде помпочки (фиг. 199) внизу виден рычаг, соединенный посредством тяги с кабиной пилота.

Работает система следующим образом. Например, вследствие изменения режима полета или изменения положения дросселя мотор начинает сбавлять число оборотов. Сейчас же это вызовет перемену положения регулятора и связанной с ним оси помпочки. Помпочка начинает перекачивать масло из передней полости рабочего цилиндра в заднюю, уменьшая тем самым угол установки лопастей. Это изменение прекращается как только мотор восстановит первоначальное число оборотов и регулятор станет в прежнее положение. При этом наблюдается явление перерегулировки, шаг изменяется несколько больше, чем необходимо, и мотор немного увеличивает обороты, но сейчас же регули

лирующий механизм станет работать в обратном направлении, и это явление повторяется с быстрым затуханием. Нормальное число оборотов восстановливается в течение около двух секунд даже в случае самого резкого изменения режима или положения дросселя. Чтобы избежать чрезмерного давления в системе, когда рабочий цилиндр дойдет до предела, а помпочка продолжает работать, сделаны отверстия 14 и 15, соединенные с каналом III. При достижении цилиндром крайнего положения одно из этих отверстий открывается, лишнее масло вытекает и через коллектор 6 и трубку III поступает в масляный бачок. Чтобы восполнить утечку из системы масла и предупредить образование воздушных пузырей, имеются два клапана 16 и 17. При понижении давления масла в одной из трубок тот или другой клапан открывается и автоматически пополняет систему.

Винты Глостер были испытаны в полете. Приводим здесь некоторые результаты этих испытаний. Испытывая винт для мотора „Юпитер“ VI на самолете Глостер „Стеве“, было установлено некоторое предельное число оборотов (1850), с которым самолет и совершил подъем до высоты 5800 м., перешел в горизонтальный полет и затем произвел крутой спуск до высоты 3000 м.

Весь этот полет был проведен с полностью открытым дросселем, причем при самой резкой перемене режима разница в оборотах не превышала 20 об/мин. Число оборотов быстро приходило к нормальному, стабилизируясь с точностью до ± 10 об/мин.

Тот же самый эффект был получен, когда самолет делал петли. Здесь не было необходимости сбавлять газ, т.к. опасность разноса мотора была исключена и вся

фигура проводилась с полным открытием дросселя.

Преимущества винта Глостер:

1. Надежность в работе.
2. Малый вес.

Например: Вес 2^хлопастного винта Глостер $D=3,35$ равен 77кг.

» » » » » $D=4,11$ » 145»

(Лопасты винта пустотелые-сварные из стальных листов)

3. Возможность запуска мотора от автостартера и использования мотора как мотора-пушки.

К недостаткам следует отнести известную сложность конструкции, удорожающую производство винта.

Винт Кертисс

(США)

представляет собой ВИШ-автомат с электрическим управлением.

Винт Кертисс выпускается двух типов: со стальными пустотелыми и с дюралевыми лопастями. На фиг. 200 представлен винт Кертисс со стальными лопастями.

Крепление лопастей осуществлено по типу винтов Смит^{*)}. На лопасть насаживается ряд подшипников, причем с одной стороны опорой служит гайка втулки, а с другой - заплечик конической шестерни; следовательно, внутренние обоймы подшипника являются одной опорой, а внешние - другой. Схема работы подшипников дана на фиг. 201.

В прежнем типе винта Кертисс редуктор был сделан весьма остроумной конструкции^{**)}, однако он не оправдал себя, и теперь фирма сделала новый планетарный

^{*)} Описание винта Смит будет дано ниже

^{**)} Гелиоцентрический редуктор - ст. ТВФ № 2 - 1936г.

двухступенчатый редуктор с передаточным числом $14706:1$. Редуктор обеспечивает скорость поворота лопасти $-3^{\circ} \div 4^{\circ}$ в секунду. Конструкция этого редуктора показана на фиг. 200.

Для изменения шага служит электрический мотор постоянного тока в 12 В, потребляющий при повороте лопастей ток в 18 а.

Для того, чтобы уничтожить инертность всего прибора, т.е. создать моментальную отзывчивость на контрольные приборы, спереди мотора установлен автоматический тормоз, состоящий из двух ферродотавых пластин, которые, когда ток включен и мотор работает, разъединяются при помощи электромагнита, когда же ток выключается, то под влиянием пружин пластины прижимаются друг к другу и затормаживают мотор.

Постоянство числа оборотов поддерживается регулятором, который по конструкции совершенно аналогичен таковому у винта Гамильтон, только вместо золотникового клапана имеется контактная пластинка. С одной стороны автомат присоединяется помощью гибкого вала к какому-либо валу мотора (синхронизатору или месту для тахометра), а с другой - также гибким валом с кабиной летчика; этим последним валом и производится установка винта на определенное число оборотов регулированием натяжения пружины.

Схема включения автомата показана на фиг. 202

Преимущества винта:

1. Возможность установки на любой ^{узел} мотор без каких-бы то ни было переделок самого мотора - винт не связан органически с мотором.

2. Возможность легкого получения любого диапазона изменения шага.

3. Возможность установки лопастей в положение наименьшего сопротивления.

К недостаткам относятся: большая сложность всего механизма и, главным образом, редуктора; под влиянием вибраций, которые всегда имеются на винте, этот механизм быстро приходит в негодность; сложность производства втулки; ненадежность работы электрической схемы на вращающемся и вибрирующем агрегате.

Большие недостатки конструкции этого винта, не окупающиеся выгодами от его преимуществ, не дают возможности получить ему широкое распространение.

Винт Ратье (Франция)

Работа, необходимая для вращения лопастей винта создается электромотором. Однако, винт Ратье нельзя назвать винтом с электрическим управлением, т.к. передача работы с неврвращающихся частей на вращающиеся происходит чисто механически.

На фиг. 203 дана общая схема втулки винта Ратье, на фиг. 204 - продольный разрез винта. Вращающаяся вместе с винтом траверса 18 посредством шарикоподшипника соединяется с неврвращающимся кольцом 19. Продольное перемещение этого кольца осуществляется при помощи трех ввинчивающихся пальцев 21, соединенных между собой, с целью одновременности работы шестерней 25, которая находится в зацеплении с посаженными на каждый палец шестернями 24. Вращая один такой палец, мы заставляем вращаться остальные. Пальцы

одновременно ввинчиваясь в кольцо 19 или вывинчиваясь из него, дают кольцу продольное перемещение. В изготовляемых в настоящее время ВИШ Ратье механизм приводится в движение электромотором в $\frac{1}{10}$ л.с. В кабине пилота помещена контактная кнопка и прибор, указывающий положение лопастей в данный момент. Нажатием кнопки пилот изменяет шаг винта до требуемой величины.

Установка на моторе регулятора включающего электромотор при изменении числа оборотов винта превращает винт Ратье в ВИШ-автомат.

Несмотря на отсутствие контргрузов для уравновешивания крутящего момента от центробежных сил, для управления винтом Ратье требуется очень небольшая работа. Этого удалось достигнуть благодаря специальному, оригинальному устройству шарикоподшипников лопастей.

Втулка винта 12, сделанная из азотированной стали, имеет внутри винтообразную дорожку. Соответствующую дорожку имеет стакан 6, надетый на комель дюралевой лопасти и укрепленный на ней гайкой 10. При завинчивании лопасти во втулку эти винтовые дорожки образуют зазор, в котором помещаются 1700 шт. стальных шариков диаметром 4 мм. Направление винтовых канавок выбрано таким, чтобы M_c завинчивал лопасть во втулку.

Действующая на лопасть центробежная сила всегда будет стремиться вывинтить лопасть из втулки, и при некотором угле подъема винтовых дорожек крутящий момент от центробежных сил M_c при определенном режиме работы винта уравновесится моментом, получающимся от вывинчивания лопасти центробежными силами.

Схематически это изображено на фиг 205

Рассматриваем силы, приложенные к какому-то одному шарикку S винтового подшипника (на схеме не изображен), лежащему в винтовой дорожке, схематически изображенной в виде спиральной линии, нанесенной на цилиндр. На этот шарик действует некоторая часть центробежной силы ΔX и сила от действия момента $M_c - \Delta C$:

$$\Delta X = \frac{X}{m}, \quad \Delta C = \frac{M_c}{m\tau},$$

здесь X - центробежная сила от лопасти, m - число шариков подшипника и τ - радиус винтовой дорожки (на схеме τ равно радиусу цилиндра).

Берем проекции P_x и P_c сил ΔX и ΔC на касательную к винтовой линии в точке S . Если направление винтовой линии будет выбрано, как указано выше, то эти компоненты будут направлены в противоположные стороны. При неравенстве их лопасть будет или вывинчиваться или завинчиваться.

Для равновесия лопасти необходимо, чтобы

$$P_x = P_c$$

Так как

$$P_x = \Delta X \sin \varphi \quad \text{и} \quad P_c = \Delta C \cos \varphi$$

то

$$\Delta X \sin \varphi = \Delta C \cos \varphi$$

$$\frac{X}{m} \sin \varphi = \frac{M_c}{m\tau} \cos \varphi,$$

$$\frac{X m}{M_c} = \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi}$$

откуда

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{M_c}{X\tau}$$

При заданных M_c , X и τ можно найти такую величину угла φ , что M_c полностью уравновесится моментом от действия силы X на винтовую опору.

Для восприятия силы от изгибающихся лопасть моментов служит роликовый подшипник 14. Вверху втулка имеет четыре пропала. Затягивая посредством конусной гайки 3 эту часть втулки, устраняют люфты в винтовом подшипнике.

Винт Ратье изготавливается в промышленном масштабе

Винт Эклипс

(США)

Винт Эклипс не представляет собой, в отличие от выше рассмотренных конструкций, винта постоянной скорости. Он поддерживает число оборотов винта в определенных пределах близких к $n = n_{max}$.

На фиг. 206 изображена втулка автоматического винта Эклипс. Винт рассчитан для мотора мощностью $N=250$ л.с. при $n=2000$ об/мин.

Для изменения шага в винте Эклипс используется изменение тяги при переходе от одного режима полета к другому.

В конструкции винта Эклипс это осуществляется следующим образом. На носке вала мотора (фиг. 207) укреплен обычным образом (при помощи конусов и затяжной гайки) внутренняя часть втулки 1, имеющая сзади траверсу 2 с укрепленными на ней серьгами 3. Внешняя часть 4 втулки может перемещаться по внутренней в осевом направлении на направляющих. Во втулке 4 укреплены лопасти 5, связанные при помощи поводков 6 и серег 3 с неподвижной относительно носка вала траверсой 2. Системой спиральных пружин 7 втулка 4 отжимается в крайнее заднее положение. Действующая на работающий винт сила тяги заставит втулку 4, сжимая пружины, передвинуться

на направляющих вперед, в положение показанное на фиг. 207 слева пунктиром. Благодаря тому, что лопасти при помощи поводков и серег связаны с траверсой 2, они займут какое-то новое положение с меньшим углом установки и, следовательно, меньшим шагом, чем первоначальное.

Так как с увеличением скорости полета тяга винта уменьшается, а наибольшая тяга получается на скоростях, близких к нулю, то наибольшее сжатие пружин и, следовательно, наименьший шаг будут на режиме разбега, несколько меньшее сжатие и больший шаг будут на режиме взлета, а наименьшее сжатие и наибольший шаг - на режиме максимальной скорости.

Выбрав длину поводков и отрегулировав нажатие пружин, можно получить такое изменение шага в зависимости от скорости полета, что мотор на очень большом диапазоне скоростей полета будет давать примерно постоянное число оборотов.

Несколько уменьшив при горизонтальном полете газ и получив меньшую тягу, тем самым вызовем увеличение шага, что является, как известно, желательным на режиме крейсерской скорости.

Летные испытания самолета с винтом Эклипс дали довольно хорошие результаты. При работе на месте мотор с винтом Эклипс давал 1965 об/мин. (нормальное число оборотов мотора равно 2000), тогда как с обычным винтом этот мотор мог дать только 1780 об/мин.

На режиме разбега мотор с винтом Эклипс и с обычным винтом давал соответственно 1975 и 1835 об/мин.

Испытания показали уменьшение разбега самолета в среднем на 30% и улучшение скороподъемности от 25 до 35%.

Винт Смит.

(США)

Винт Смит с механическим регулированием шага проверен и испытан в ряде скоростных состязаний и дальних перелетов.

В частности этим винтом был снабжен самолет американца Поста, совершавшего летом 1933 г. кругосветный перелет.

На фиг. 208 можно видеть втулку этого винта с вывинченными лопастями, а на фиг. 209 схему его.

На схеме мы видим муфту 1, охватывающую вал мотора и не связанную с ним. На поверхности этой муфты имеются две короткие винтовые нарезки правого и левого направлений.

Посредством механизма, смонтированного на картере мотора, муфта может быть перемещаемая летчиком вперед или назад. Червячная шестерня 2 помещена на втулке винта и, вращаясь вместе с ним, обегает муфту 1. Когда муфта находится в положении, изображенном на схеме, ни правая ни левая ее нарезки не зацепляются с червячной шестерней 2. При передвижении муфты 1 в одно из крайних положений та или другая нарезка вступает в зацепление с червячной шестерней 2. Эта шестерня, вращаясь вместе с винтом, скользит по винтовой резьбе муфты 1, одновременно вращаясь на своей оси 3, через червячные пары 4, оси 5 и червяки 6 поворачивает лопасти 7.

Передвинув скользящую муфту 1 в другое крайнее положение, получим вращение лопастей в противоположную сторону.

На фиг. 210 все движущие детали механизма выделены и

собраны в рабочем положении. Здесь, в центре, видна скользящая муфта с двумя червячными нарезками, правой и левой. Сверху, внутри муфты виден винтовой прорез. В этот прорез входит сидящий неподвижно штифт (на фиг. 210 не дан). При поворачивании муфты этот штифт скользит по прорезу и принуждает муфту совершать одновременно и продольные перемещения. Внизу фотографии видна главная червячная шестерня, приспособленная к зацеплению как с правой, так и с левой нитками червячной резьбы муфты.

Механизм управления скользящей муфтой (фиг. 211) смонтирован на детали, заменяющей крышку переднего подшипника мотора. Спереди видна скользящая муфта, управление которой из кабины пилота производится путем видимого на фото троса.

Вращая посредством этого троса скользящую муфту, получаем осевые перемещения ее благодаря винтовой прорези, скользящей по штифту, укрепленному неподвижно в наружной детали.

Представляющая значительный интерес конструкция подшипников лопасти (фиг. 212) разобрана нами выше при описании винта Кертиса.

Лопасть изготовлена путем сварки двух штампованных из хромованадиевой или хром^{но}либденовой стали заготовок и предохранена от коррозии кадмированием.

Благодаря легкости пустотелых лопастей Вилл Смита тяжелее такого же металлического винта с изменяемым на земле шагом лишь на 6 кг. Вес винта в случае применения сплошных лопастей из легкого сплава тоже не велик и превышает вес винта с изменяемым на земле шагом только на 9 кг.

Втулка винта, изготовленная из хромованадиевой стали, имеет простую цилиндрическую форму и отличается простотой изготовления.

Управление винтом в полете чрезвычайно просто и достигается при помощи одного рычага, помещенного в кабине летчика.

Переводя рычаг из нейтрального положения в крайнее, сообщаем лопастям винта изменение угла установки со скоростью около 1° в 2 сек. Подобное, сравнительно медленное изменение угла установки дает возможность достаточно точно отрегулировать шаг.

Это достигается благодаря большому передаточному числу (18000:1) механизма, представляющему собой, как мы видели выше, три последовательно соединенные червячные пары.

Вообще механизм имеет возможность неограниченного изменения угла установки, но во избежание чрезмерного изменения угла здесь предусмотрен ограничивающий механизм. Он виден на фиг. 210 в виде двух цилиндров, расположенных по обе стороны от главной червячной шестерни. При достижении допустимого предела этот механизм выключает главную шестерню, и она начинает работать вхолостую.

Мы не встречали в литературе указаний на использование ВЦШ Смит как автомата. Однако, эта задача может быть успешно разрешена установкой регулятора, связанного со скользящей муфтой.

Закончим рассмотрение ВЦШ описанием винта Ратье, обеспечивающего только два шага (фиг. 213).

Эти винты стояли на ряде самолетов, участвовавших в мае 1934 г. в состязаниях на Кубок Дейтш-де-ла-Мерт. Один из них, Кодрон 450 с мотором Рено 310 л.с. (при

3000 об/мин) и винтом Ратье ($D=1,8$ м., Вес 21,5 кг), занял первое место

Автоматический винт Ратье может иметь только два положения лопастей и, следовательно, два шага.

Изменение шага производится при помощи помещенной впереди втулки анемометрической пластинки.

Когда давление воздушного потока на пластинку достигает некоторой величины, зависящей от скорости полета, винт принимает положение большого шага.

В выступающей вперед цилиндрической части втулки находится воздушная резиновая камера 1, заключенная между крышкой 2 и стаканом 3. Стакан 3 в правой части переходит в пластину, входящую внутрь втулки. Пластина имеет с двух сторон, верхней и нижней, идущие по диагонали пазы, в которые входят шипы 4 лопастей. Благодаря эксцентричному относительно оси вращения лопастей положению шипов и косому направлению пазов продольное перемещение стакана 3 вместе с пластинкой заставляет лопасти поворачиваться вокруг своих осей.

Пружина 5, передвигая стакан влево, поворачивает лопасти в сторону увеличения шага.

Воздушная камера 1 имеет клапан 6, закрывающийся иглой 7. В иглу 7 упирается винт 8.

Анемометрическая пластинка 9, могущая свободно перемещаться по корпусу клапана, под действием воздушного потока (во время полета) давит через винт 8 на иглу 7 и стремится открывать клапан 6.

Действует винт следующим образом. Перед полетом в камере 1 создают давление от 7 до 8,5 атм. Сжатый воздух отодвигает стакан 3, сжимая пружину 5 в крайнее правое положение до упора в гайку 10, положение которой можно регулировать, и

Лопасты поворачиваются в положение малого шага, необходимого при взлете

Когда скорость полета достигает некоторой определенной величины, давление воздушного потока на пластинку 9 окажется достаточным, чтобы открыть игольчатый клапан 6. При открытии клапана давление в камере 1 быстро упадет до атмосферного, стакан 3 под действием пружины 5 придет в крайнее левое положение, определяемое регулируемой гайкой 10, и повернет лопасти в положение большого шага, с которым самолет и будет продолжать весь данный полет.

Изменяя первоначальное давление в камере 1, можно пред-решать величину скорости полета, при которой откроется воздушный клапан. Так, для описываемого винта при давлении воздуха в камере, равном 3,5 ат, клапан открывается при скорости полета от 230 до 240 км/час

Лопасты автоматического винта Ратье укреплены во втулке при помощи винтовых шарикоподшипников. Принцип работы этих подшипников изложен при описании ВИШ Ратье с принудительным управлением.

На фиг. 214 дан общий вид автоматического винта Ратье.

Недостатки винта:

1. Возможность обеспечения только двух положений шага винта
2. Необходимость накачивания камеры перед полетом.

Достоинства:

1. Простота и компактность конструкции.
2. Малый вес.
3. Полная автоматичность действия.

Эти достоинства позволяют использовать винт Ратье на самолетах где разнообразие требований к винту не велико.

Винты „Hydromatic“ фирма Гамильтон.

В ноябрьском номере журнала „L'aéronautique“ сообщается о новом винте, выпущенном фирмой Гамильтон.

Основной характеристикой винта „Hydromatic“ является возможность установки лопастей по потоку.

Имея ту же структуру лопастей, крестовины и картера винта, винт „Hydromatic“ коренным образом отличается от предшествующих винтов Гамильтон.

Уже при попытке увеличить диапазон изменения угла установки лопастей винта Гамильтон-Стандарт с 10° до 20° , при неизменном ходе масляного цилиндра, выяснилось, что центробежный момент, создаваемый контргрузами, оказывается недостаточным. Конструкторы вынуждены были поместить пружину в гидравлический цилиндр (фиг. 187А). При нагнетании масла помпой регулятора под давлением 15 кг/см^2 (уменьшение угла установки лопасти винта), пружина сжимается.

При уменьшении давления масла, действие пружины складывается с действием центробежного момента контргрузов для установки лопасти.

В винте „Hydromatic“ более рационально используются силы, действующие на лопасти. Контргрузы исключены из конструкции, что позволило уменьшить массу винта и облегчить капотирование его средней части. Лопасти при этом имеют тенденцию установиться под нулевым углом атаки; следует повышать давление масла, чтобы увеличивать шаг винта и устанавливать лопасть по потоку.

На фиг. 187В представлен механизм бтупки винта „Hydromatic“; на фиг. 187Г принципиальная схема

действия системы при изменении шага винта.

Из схемы видно, что цилиндр 1 неподвижен, а поршень 2 перемещается, вращаясь в то же время вокруг своей оси под действием, связанных с ним, роликов 4 скользящих в фигурных вырезах неподвижной цилиндрической детали 3. Следствием винтового перемещения поршня и роликов оказывается вращение цилиндрической детали 5, имеющей вырезы симметричные таковым на детали 3.

Вращение последней детали и обеспечивает поворот лопастей посредством конической шестерни, входящей в зацепление с шестернями на основаниях лопастей.

Общий вид механизма показан на фиг. 187². На этой фигуре видно прокладку из пластического материала, помещенную у корня лопасти между внешним картером и цилиндрической частью основания лопасти. Благодаря присутствию этой прокладки, механизм винта может быть полностью погружен в масло (возможность утечки масла при этом исключена).

Из фиг. 187² видно, что поршень перемещается под влиянием перемещения масла с двух сторон. Передняя полость цилиндра 1 постоянно связана с системой циркуляции масла в моторе; задняя полость соединена с трубопроводом подводящим масло из регулятора. Когда подающая магистраль соединена с помпой регулятора поршень перемещается вперед под влиянием избыточного давления $(15-5) \text{ кг/см}^2$ (где 15 кг/см^2 - давление, создаваемое помпой регулятора, а 5 кг/см^2 - давление масла в циркуляционной системе мотора). Это сверхдавление обеспечивает силу, необходимую для преодоления момента

от центробежных сил и увеличения шага винта. Когда же регулятор перекрывает подающую магистраль - шаг винта уменьшается под действием давления 5 кг/см^2 в передней полости цилиндра 1 и центробежного момента.

Регулятор винта „Hydrostatik“ аналогичен регулятору Гамильтон-Стандарт. Разница заключается лишь в устройстве золотника в связи с изменением закона подачи масла.

При увеличении числа оборотов, золотник поднимается и перепускает масло из помпы регулятора в заднюю полость цилиндра (рис. 187^б и 187^в). Поршень перемещается вперед. Шаг винта увеличивается. Число оборотов падает.

При уменьшении числа оборотов золотник опускается. Масло из задней полости цилиндра свободно сливается в картер мотора. Поршень перемещается назад. Шаг уменьшается. Число оборотов возрастает.

При нормальной работе винта углы установки лопастей изменяются в диапазоне $20^\circ - 40^\circ$.

Для установки лопастей по потоку используется также перемещение поршня. Для того, чтобы избежать излишнего увеличения хода поршня, наклон вырезов в деталях 3 и 5 изменяется. Меньший наклон выреза к оси поршня соответствует изменению углов установки лопастей до 40° , больший от 40° до установки лопастей по потоку (около 90°). Однако, с того момента как ролик попадает на более наклонный участок выреза, давление масла, подаваемого помпой регулятора (15 кг/см^2) становится недостаточным для перемещения поршня.

Масло под давлением, необходимым для установки лопастей по потоку, подается отдельной помпой с электрическим приводом. Трубопровод от этой помпы включается

в подающую магистраль от помпы регулятора „О“ на фиг. 187^Е.

При нормальной работе системы канал „О“ перекрыт клапаном „Р“. Под давлением масла, подаваемого электропомпой, клапан „Р“ отходит назад, сообщая с последней подающую магистраль и отсекая в то же время трубопровод от помпы регулятора.

Верхний рисунок фиг. 187^Е изображает систему в момент, когда винт работает на нормальном режиме. При желании установить лопасти по потоку, необходимо включить электромотор, приводящий вспомогательную помпу. Масло, поступаая через вращающееся соединение „С“, проходит через канал „Е“ распределителя (о роли распределителя будет сказано ниже) и через канал F поступает в цилиндр перемещая поршень „Н“ вперед. Поршень при этом выжимает масло из передней полости цилиндра „G“ через каналы „К“ и „J“ и трубопровод „D“ в смазочную систему мотора.

Когда ролики „Л“ попадают на более наклонный участок выреза в дет.3, давление масла возрастает до $20 \frac{кг}{см^2}$. Когда ролик доходит до упора (лопасти винта установлены по потоку) давление достигает $28 \frac{кг}{см^2}$. При этом манометрически прерыватель („а“ на фиг. 187^Е) разрывает цепь питающую мотор и подача масла прекращается.

Когда лопасти установлены по потоку мотор останавливается и давление масла в передней полости цилиндра становится ничтожным. Центробежный момент также становится ничтожным, т.к. $\sin 2\alpha = 0$ (α -угол установки лопасти) и т.к. с другой стороны скорость вращения

падает до нуля. Лопастей, таким образом, остаются установленными по потоку.

Время установки лопастей по потоку является функцией мощности мотора, приводящего вспомогательную помпу. Для винта, Нудготатик, оно равно 9 сек.

Для возвращения лопастей в нормальное положение используется та же вспомогательная помпа, причем при помощи распределителя (в этом и заключается его роль) масло посылается в переднюю полость цилиндра „Q“.

Распределитель помещен внутри вала мотора; он состоит из трубы (соосной с валом) с отверстиями для прохождения масла и из скользящего внутри ее золотника; пружиной „R“ золотник отжимается в крайнее заднее положение (фиг. 187^б). Распределитель работает автоматически.

Чтобы вернуть лопасти в нормальное положение следует включить электромотор, приводящий помпу. Так как поршень находится в крайнем положении (скользящие по вырезкам ролики дошли до упора), то давление будет возрастать.

При давлении между 35 и 42 $\text{кг}/\text{см}^2$, сила „Q“ действующая на золотник распределителя, переместит его вперед.

Каналы „E“ и „F“ более не сообщаются, в то же время маслу обеспечивается свободный проход через каналы „S“ и „K“ в переднюю полость цилиндра. Поршень перемещается назад и возвращает лопасти в нормальное положение. Поток воздуха вращая винт раскручивает

мотор.

Электрическая система, обеспечивающая нормальную работу установки представлена на фиг. 187^Е. При оттягивании пилотом кнопки „в“ (установка винта по потоку), замыкается контакт „с“ и ток от аккумулятора возбуждает соленоид пружинного контакта „d“.

В результате контакт „d“ замыкает цепь питающую электромотор. Одновременно ток, возбуждая обмотку соленоида „e“ обеспечивает дальнейшее замыкание контакта „с“ (пилот может отпустить кнопку „в“).

Когда давление масла достигает 28 кг/см^2 манометрический прерыватель „и“ размыкает цепь, идущую к соленоиду „e“. Под действием пружины контакт „с“ размыкает цепь питающую соленоид пружинного контакта „d“. Электромотор выключается. Винт остается установленным по потоку.

Для возвращения винта в нормальное положение пилот должен вновь оттянуть кнопку „в“ и держать ее оттянутой до тех пор, пока винт придет в нормальное положение и раскрутит мотор. (Отпустить кнопку нельзя, т.к. в связи с большим давлением манометрический прерыватель держит цепь питающую соленоид „e“ разомкнутой)

Недостатки этого винта:

1. Большой вес. Несмотря на устранение контргрузов, вес винта не уменьшился; так, напр. винт Гамильтон-Стандарт с диапазоном углов $= 20^\circ$ при диаметре 3,45 м. весит 156 кг., а винт „Hydromatic“ при тех же размерах весит 158 кг.

2. Механизм не обеспечивает отрицательных углов установки лопасти с целью использования винта для торможения.

Тем не менее такая возможность может быть легко обеспечена при наличии дополнительного механизма, позволяющего направить масло от помпы регулятора в переднюю полость цилиндра

Литература

1. Халезов.- Исследование работы винта с изменяемым в полете шагом. Труды ЦАГИ вып. 174.
2. ТВФ №3-1937г. Вишняков.- К вопросу о применении винтов изменяемого в полете шага.
3. ТВФ №1-1938г. Горощенко, Остославский и Пышков.- О преимуществах, даваемых винтом, изменяемого в полете шага.
4. ТВФ №6-1938г. Егоров.- Роль винта изменяемого шага в дальних полетах.
5. ТВФ №2 и 3 - 1936г. Кузнецов.- Винт с изменяемым в полете шагом.
6. ТВФ №11-1936г.- Александров.- Современные конструкции воздушных винтов.
7. ТВФ №12-1936г.- Винт Кертисс.
8. Кузьмин.- Воздушные винты.
9. В.В.Ф. №3-1937г. Пискунов.- Винты регулируемого в полете шага.

I. Управление мотором	
Управление мотором	1-2/a
II. Винты регулируемого шага.	
Общие положения.	22
1. Увеличение тяги и располагаемой мощности В.М.Г. при малых скоростях полета.	22
2. Увеличение мощности В.М.Г. на различных высотах.	25
3. Уменьшение расхода горючего.	27
Введение.	30
Винт Гамильтон-Стандарт.	31
» Глостер.	37
» Кертисс.	41
» Ратве.	43
» Эклипс.	46
» Смит.	48
» "Hydromatic" фирма Гамильтон.	53
Литература.	59

3861



1. План Ташкентской системы меридианов
"сизгир" 1800

стр 7-47 стр 66-79

2. Описание мотоза М-100

стр 62-72, стр 47-52

3. Авиация мотоза М-100-103

стр III-115

4. Мухоморы Чаши вои 367

Шарбенов

стр II-26; стр 29-67

ORE

