

Автоматические воздушные винты

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
А22

А22 Автоматические воздушные винты / – М.: Книга по Требованию, 2017. – 326 с.

ISBN 978-5-458-38193-2

ISBN 978-5-458-38193-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2017
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2017

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Автоматические винты изменяемого в полете шага заняли прочное место в авиации. Они ставятся на всех современных самолетах и дают возможность наиболее полно использовать развиваемую мотором мощность на всех режимах полета и улучшить летные данные самолета.

Автоматические воздушные винты изменяемого в полете шага — весьма сложные в конструктивном отношении механизмы, представляющие не малые трудности в производстве и эксплуатации.

Отсутствие литературы затрудняет освоение автоматических винтов, а потому издательство решило выпустить данный сборник с тем, чтобы заполнить этот пробел и хотя бы в общих чертах ознакомить читателей с наиболее распространенными современными автоматическими винтами и их эксплуатацией.

Сборник составлен главным образом на основе опубликованных за границей материалов. Приведены также сведения по некоторым автоматическим винтам отечественного производства.

Для ознакомления читателей с направлением изобретательской и конструкторской мысли в области усовершенствования автоматических винтов в приложении даны патенты, выданные в США в 1932—1939 гг.

Большинство публикуемых в книге патентов относится к различным конструктивным модификациям винтов изменяемого шага с гидравлическим и электромеханическим управлением, некоторые — к технологическим процессам производства пустотелых металлических и облегченных лопастей. Наконец, часть патентов представляет собой попытку конструктивного решения новых проблем винтостроения (переменный диаметр, гибкая крестовина и др.).

Ценность вошедших в сборник патентов весьма различна. Некоторые из них содержат продуманные и законченные конструкции или схемы, которые могут быть использованы. Несколько патентов принадлежит известному американскому изобретателю Фрэнку Колдуэллу, автору ряда конструкций винтов изменяемого шага с гидравлическим управлением. Наряду с этим в сборнике помещены описания некоторых предложений, практически незавершенных и спорных. Они интересны тем, что характеризуют направления, в которых работает изобретательская мысль.

Описания зарубежных автоматических винтов составлены сотрудниками Бюро новой техники ЦАГИ гг. В. Г. Богоявленским и Д. А. Гиршбергом.

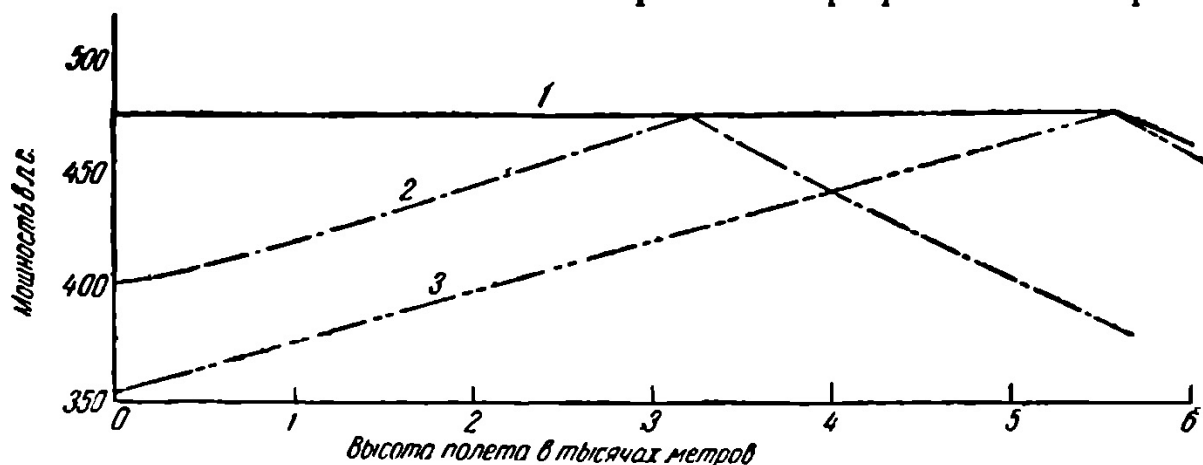
Описания автоматических воздушных винтов отечественного производства и глава по эксплуатации составлена И. Т. Денисовым.

Патенты на воздушные винты и инструкция по эксплуатации ВИШ Кертис переведены и отредактированы И. А. Сидоровым.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение летных характеристик самолетов во второй половине текущего десятилетия достигнуто в значительной степени благодаря применению винтов изменяемого в полете шага (ВИШ), автоматически поддерживающих число оборотов мотора постоянным.

Появившиеся в первой половине текущего десятилетия винты изменяемого шага с двумя положениями лопастей существенно улучшили характеристики самолета по сравнению с характеристиками винтов фиксированного шага. Однако с ростом требований к летным показателям самолетов стало очевидным, что применение винтов этого типа является временным разрешением вопроса.



Фиг. 1. Располагаемая мощность при горизонтальном полете на крейсерской скорости при ВФШ, при ВИШ с двумя положениями лопастей и ВИШ с постоянным числом оборотов.

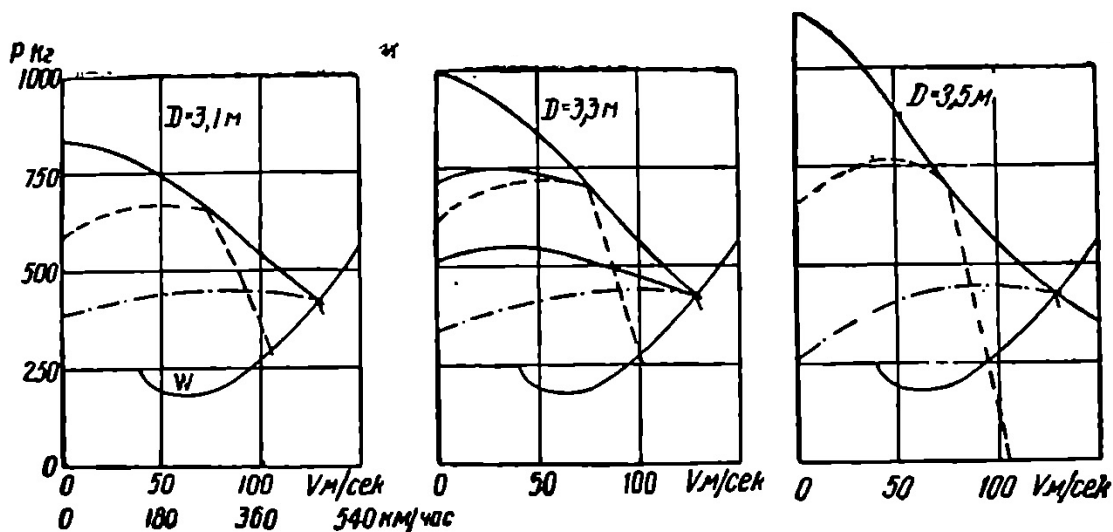
Мотор номинальной мощностью 750 л. с. на высоте 3050 м при n винта 1667 об/мин. Крейсерская мощность 563 л. с. при n винта 1513 об/мин. Скорость самолета 400 км/час на высоте 3050 м. Трехлопастный винт диаметром 3,05 м.

1—винт постоянного числа оборотов; 2—шаг винта установлен для полета на высоте 3050 м; 3—шаг винта установлен для полета на высоте 5200 м.

Такой винт, будучи установлен на малый шаг, ограничивает максимальное число оборотов мотора, а следовательно, и максимальную мощность при разбеге самолета. С увеличением скорости самолета после отрыва и при наборе высоты возникает необходимость дросселировать мотор во избежание чрезмерной раскрутки последнего. При установке такого винта на большой шаг оптимальный режим мотора может быть получен только на одной высоте полета; при полете на других высотах располагаемая мощность будет значительно ниже возможной максимальной мощности

на этой высоте. Сохранение крейсерской мощности при малом числе оборотов требует чрезмерного увеличения давления на всасывании.

Вследствие этих недостатков винты с двумя положениями лопастей были заменены винтами с бесступенчатой регулировкой шага. Приблизительно к 1935 г. была разработана конструкция винтов с автоматически регулируемым шагом, которые получили в настоящее время широкое распространение во всех странах.



Фиг. 2. Изменение тяги по скорости для винтов различных типов и различных диаметров.

— винт постоянного числа оборотов,
 - - - ВИШ, установленный на подъем,
 - · - · ВИШ, установленный на максимальную скорость.

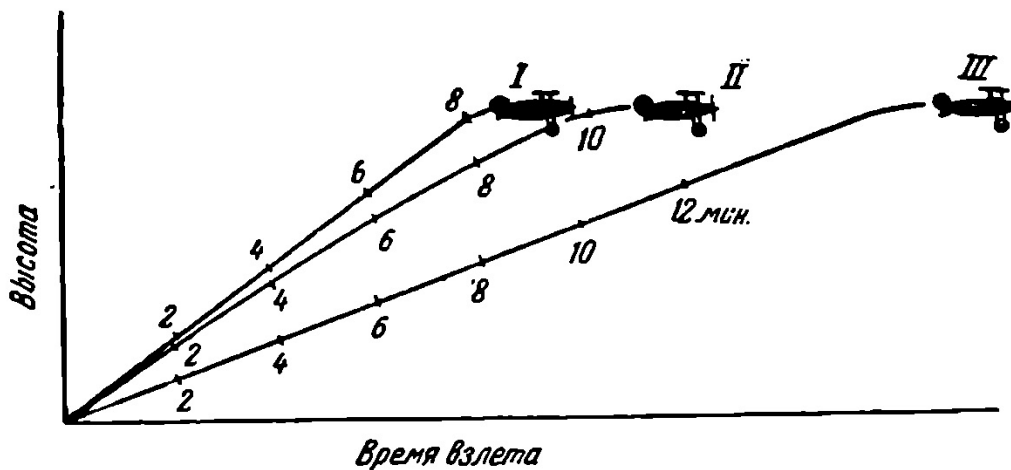
Винты этого типа позволяют наилучшим образом использовать развиваемую мотором мощность при всех режимах полета. Это существенно улучшило летные характеристики самолетов: увеличило скорость, дальность полета, скороподъемность, потолок и повысило экономичность.

На фиг. 1 приведена диаграмма изменения располагаемой мощности для винтов различного типа при горизонтальном полете на крейсерской скорости одномоторного самолета с мотором 750 л. с. в зависимости от высоты полета. Изменение тяги по скорости при винтах разных типов иллюстрирует фиг. 2. Сравнительная диаграмма взлета одномоторного самолета при винтах различных типов приведена на фиг. 3.

Преимущества ВИШ наиболее отчетливо выступают при полете с крейсерской скоростью на оптимальной высоте, лежащей за пределом высотности мотора; мощность, снимаемая в этом случае винтом фиксированного шага или винтом с двумя положениями лопастей, значительно меньше той, которую отдает мотор на этих высотах с автоматическим ВИШ.

С развитием многомоторных самолетов ВИШ, допускающие перестановку лопастей в сравнительно узком диапазоне углов,

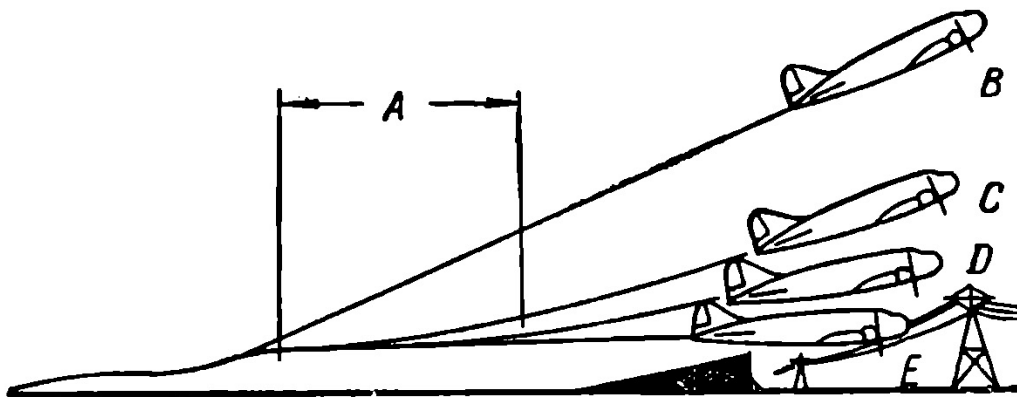
определяемом рабочими режимами старта и полета, оказались недостаточными. Для уменьшения лобового сопротивления винта при выключенном моторе, а также для предотвращения вибраций,



Фиг. 3. Сравнение времени и длины взлета самолета с винтами различных типов.

I взлет самолета с винтом постоянного числа оборотов; *II* взлет самолета с винтом на два положения; *III*—взлет самолета с ВФШ.

вызываемых вращением винта при аварии мотора, пришлось разработать ВИЩ, допускающие установку лопастей в положение наименьшего лобового сопротивления (флюгерное положение).



Фиг. 4. Сравнительная диаграмма взлета двухмоторного самолета с винтами различных типов.

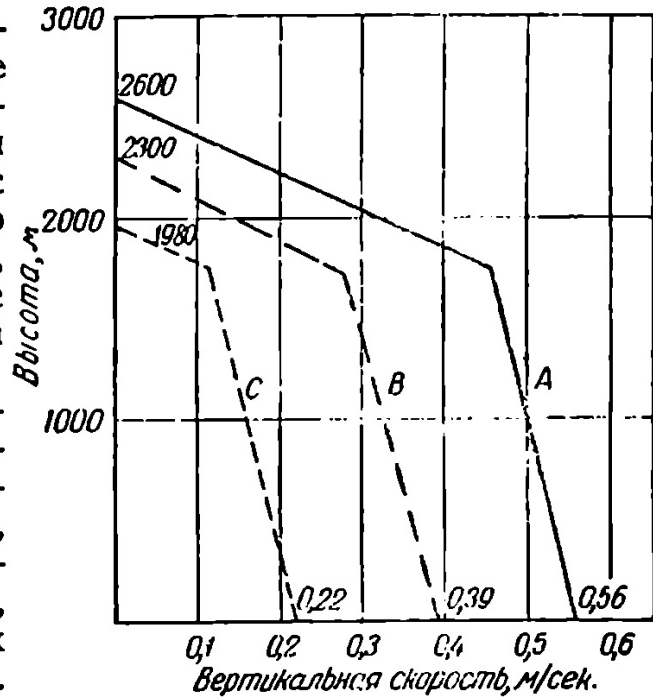
A—путь, пройденный самолетом за время установки лопастей во флюгерное положение; *B*—оба мотора работают на номинальной мощности; *C*—один мотор при взлете остановлен, винт установлен во флюгерное положение; *D*—те же условия, что и в случае *C*, но с винтом постоянного числа оборотов без флюгерного положения; *E*—те же условия, что и в случае *C*; винт постоянного числа оборотов заторможен.

На фиг. 4 приведена сравнительная диаграмма взлета двухмоторного самолета при аварии одного из моторов при обычных ВИЩ с постоянным числом оборотов, при ВИЩ, лопасти которых можно переводить во флюгерное положение и ВИЩ, снабженных тормозами (случай *E*).

Увеличение скороподъемности и потолка, полученное при летных испытаниях самолета Дуглас DC-3 с одним остановленным мотором и с винтом, установленным во флюгерное положение (фиг. 5), дает наглядное представление о преимуществе этого типа винта.

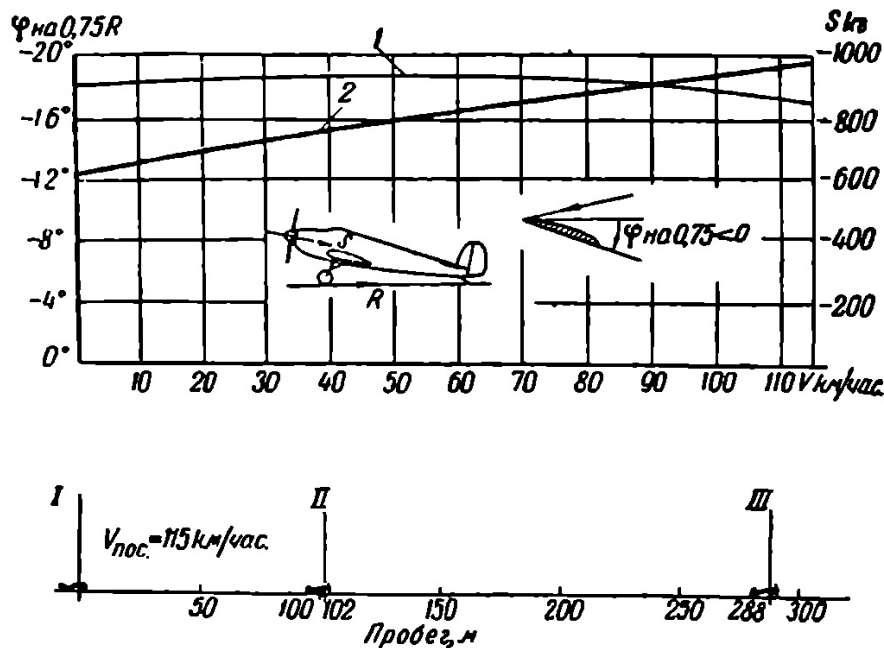
Условия посадки, усложняющиеся с совершенствованием формы самолета и увеличением посадочной скорости, вызвали необходимость применения реверсивных винтов, значительно уменьшающих длину посадки самолета. На фиг. 6 приведены сравнительные данные, характеризующие преимущества реверсивных винтов.

Моторостроительные и винтостроительные фирмы разработали многочисленные типы



Фиг. 5. Скороподъемность самолета Дуглас DC-3 с одним мотором Райт Циклон G-2 при полетном весе 10 900 кг.

А — с винтами Гамильтон-Стандарт „Гидроматик“, винт на остановленном моторе установлен во флюгерное положение; В — неработающий винт установлен на наибольший шаг и вращается со скоростью 800–900 об/мин.; С — неработающий винт заторможен.



Фиг. 6. Применение реверсивного винта для двухместного самолета полетным весом 2800 кг с мотором 750 л. с.

I — отрицательный угол установки лопастей винта на $0,75 R$; 2 — сила торможения реверсивного винта в зависимости от скорости самолета.

I — место посадки; II — остановка самолета с реверсивным винтом; III — остановка самолета с нерверсивным винтом.

ВИШ, различающихся принципом действия и системой привода. Много интересного материала по ВИШ содержится в патентной литературе. Систематизация материала, разбросанного в иностранной технической литературе, должна, по нашему мнению, принести большую пользу конструкторам и работникам научно-исследовательских учреждений СССР.

Ниже описаны конструкции автоматических ВИШ, применяющихся в настоящее время в иностранной авиации.

Винты эти по способу привода делятся на три группы:

- 1) винты с гидравлическим управлением;
- 2) винты с электрическим управлением и
- 3) винты с механическим управлением.

ВИНТЫ ИЗМЕНЯЕМОГО ШАГА С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

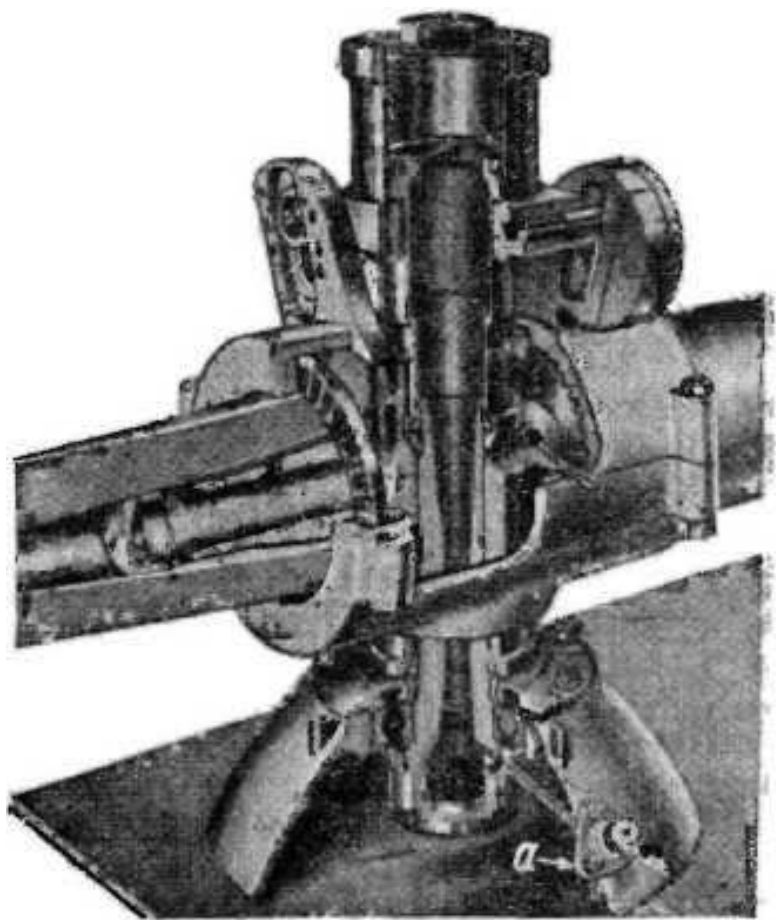
АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВИШ ГАМИЛЬТОН-СТАНДАРТ

Автоматический ВИШ Гамильтон-Стандарт имеет гидравлическое управление только для уменьшения шага; шаг увеличивается центробежной силой противовесов, укрепленных на лопастях винта.

Автоматическая установка лопастей на заданный шаг производится центробежным регулятором.

Прототипом для этого винта является ВИШ Гамильтон-Стандарт с двумя положениями лопастей (фиг. 7). Подача масла к винту из смазочной системы мотора и отвод масла регулируются золотником *a*. Если золотник *a* открыт, то под давлением масла корпус гидравлического цилиндра передвигается, устанавливая лопасти в положение малого шага. Если же золотник сообщает полость цилиндра с отводящим отверстием, то благодаря центробежной силе противовесов лопасти винта устанавливаются в положение большого шага и цилиндр перемещается в противоположном направлении, вытесняя масло в картер мотора.

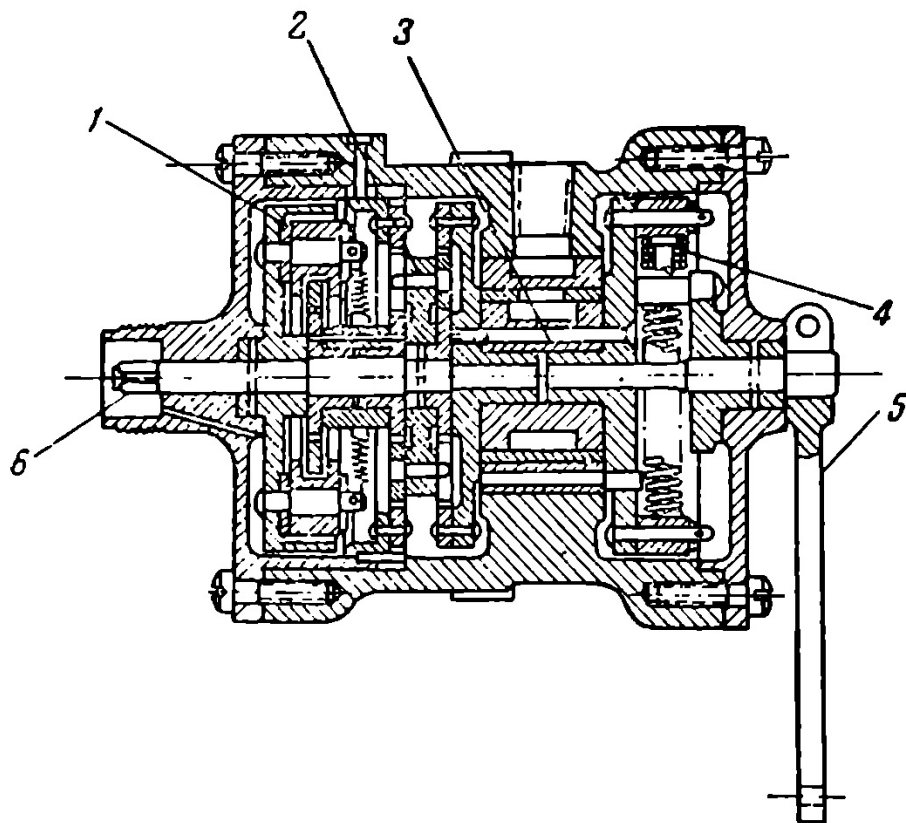
Дальнейшим шагом в усовершенствовании механизма управления винта была замена клапана, устанавливаемого от руки, клапа-



Фиг. 7. Винт Гамильтон-Стандарт изменяемого в полете шага с двумя положениями лопастей.

ном, автоматически регулирующим давление масла и изменяющим шаг винта.

Регулятор. При разработке конструкции винта-автомата с постоянным числом оборотов фирма испытала на стенде и в полете три типа регулятора: центробежный, масляный и дифференциальный.



Фиг. 8. Центробежный регулятор винта Гамильтон-Стандарт.

1—грузы; 2—передача; 3—перепускной клапан; 4—пружина; 5—рычаг управления; 6—привод к мотору.

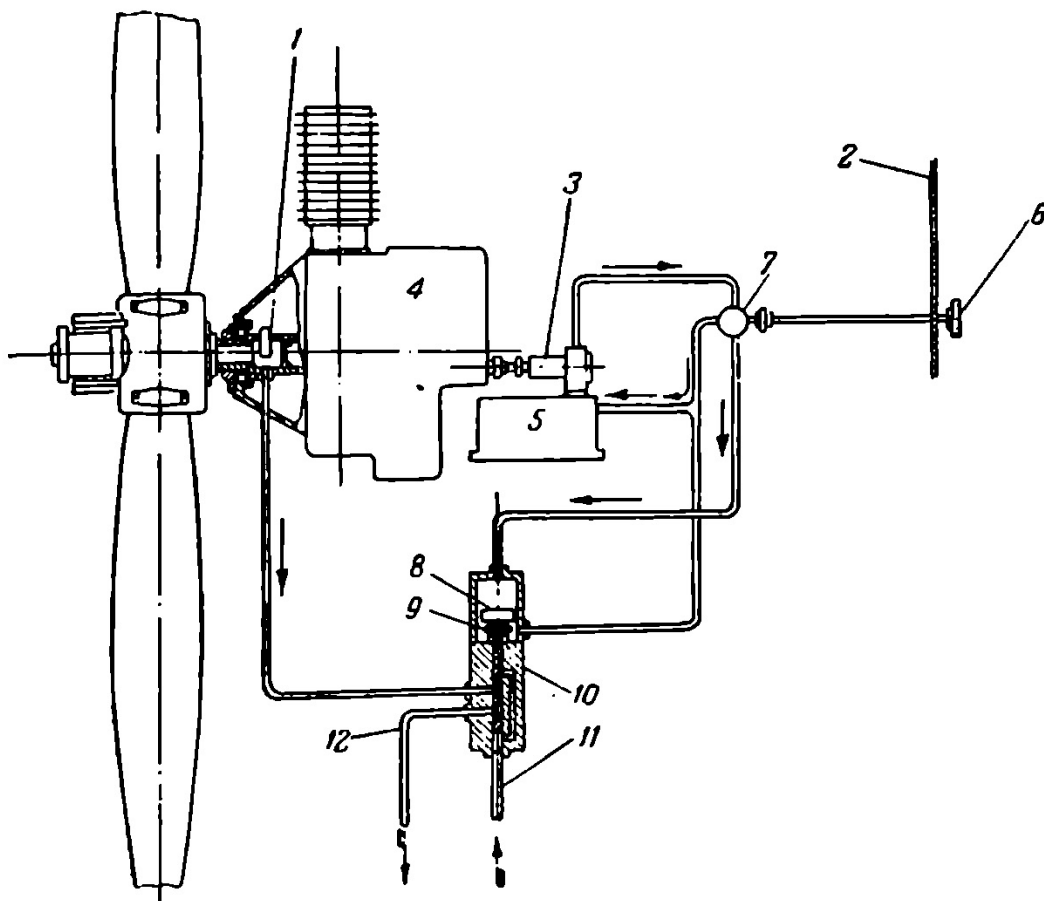
На фиг. 8 показана первоначальная конструкция центробежного регулятора, действие которого основано на передаче движения от двух, уравниваемых пружинами, грузов перепускному клапану. Предварительное натяжение пружин устанавливает летчик посредством ручки управления.

Действие этого регулятора следующее: если число оборотов мотора равно нормальному, то центробежная сила, развиваемая грузами, уравнивается предварительным натяжением пружины, и грузы остаются в нормальном положении.

С увеличением или уменьшением числа оборотов мотора грузы под действием центробежной силы удаляются от оси вращения или приближаются к ней. Это движение сообщается при помощи зубчатой передачи перепускному клапану, причем последний или выпускает масло из рабочего цилиндра винта в картер или впускает масло в цилиндр, отчего шаг винта соответственно увеличивается или уменьшается. Испытания показали, что этот регулятор в состоянии поддерживать постоянное число оборотов в

диапазоне примерно до 150 об/мин. Однако необходимость упрощения конструкции заставила фирму Гамильтон-Стандарт усовершенствовать механизм регулятора винта.

На фиг. 9 изображен масляный регулятор фирмы Гамильтон-Стандарт. Принцип действия этого регулятора следующий. При-



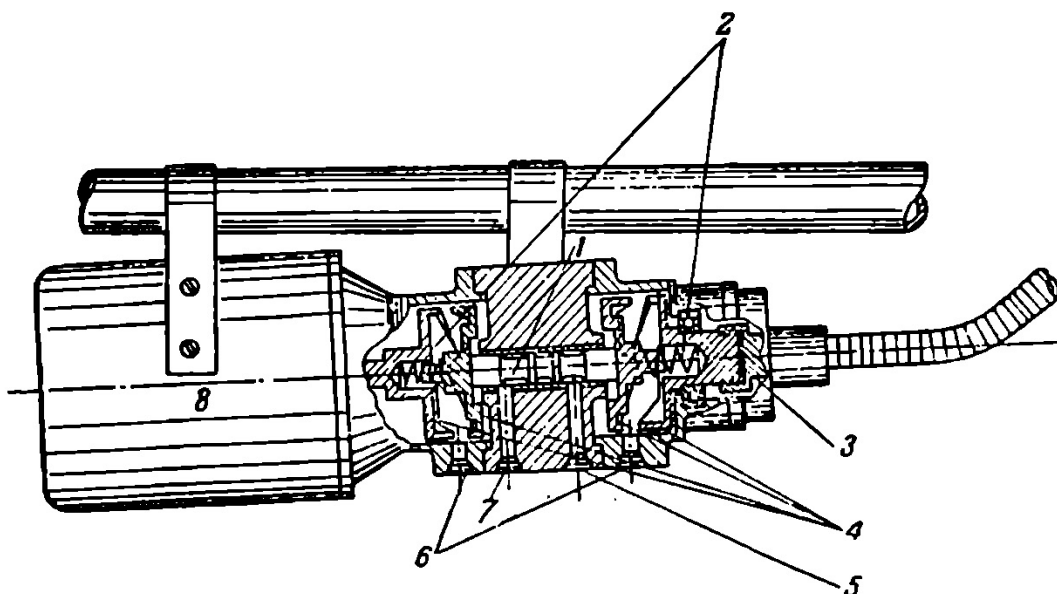
Фиг. 9. Масляный регулятор Гамильтон-Стандарт.

1—масляный коллектор; 2—панель в кабине летчика; 3—помпа; 4—мотор; 5—масляный бак емкостью 2, 3 л; 6—маховичок; 7—регулирующая диафрагма; 8—поршень; 9—пружина; 10—перепускной клапан; 11—маслопровод от масляной помпы мотора; 12—маслопровод для стока масла в картер.

водимая непосредственно от мотора помпа 3 подает масло в цилиндр золотникового клапана, поршень которого нагружен пружиной. Давление масла пропорционально квадрату числа оборотов мотора. В маслопроводе имеется диафрагма 7 с регулируемым отверстием для изменения давления масла на поршень. Величина отверстия диафрагмы отрегулирована так, чтобы при данном числе оборотов мотора натяжение пружины поршня уравнивало давление масла на него при нейтральном положении клапана. Если число оборотов мотора отклоняется от нормального, то давление масла в помпе изменяется и поршень клапана перемещается под давлением масла или под действием пружины, отчего изменяется шаг и восстанавливается нормальное число оборотов мотора.

Этот регулятор был испытан на стенде и в полете. Вследствие сравнительно большого веса его, некомпактности, трудности сборки, малого диапазона изменения числа оборотов (в пределах до 125 об/мин.), а также вследствие малой чувствительности регулятора он был забракован.

Дифференциальный регулятор изображен на фиг. 10. Механизм его состоит из двух кулачковых дисков 4, вращающихся в од-



Фиг. 10. Дифференциальный регулятор Гамильтон-Стандарт.
 1—клапан; 2—пружины; 3—привод от мотора; 4—кулачки; 5—подача масла под давлением от моторной помпы, 6—спускные пробки, 7—маслопровод для стока масла в картер; 8—электромотор.

ном направлении. Положение клапана зависит от разности скоростей вращения этих дисков. Один кулачковый диск приводится от мотора с помощью гибкого вала 3, другой — от электромотора 8 небольшой мощности, число оборотов которого регулирует летчик с помощью реостата. Между дисками находится перепускной клапан золотникового типа, на концах которого помещены два других кулачковых диска, имеющих профиль, соответствующий профилю первых дисков.

Если мотор самолета развивает требуемое число оборотов, то клапан удерживается в нейтральном положении под действием пружин, расположенных с обеих его сторон, и вращается вместе с ведущими дисками 4. В этом случае число оборотов клапана будет равно числу оборотов ведущих дисков. Если число оборотов мотора отклоняется от требуемого, то более быстро вращающийся кулачковый диск вызывает перемещение клапана в ту или другую сторону. При этом шаг винта изменяется до тех пор, пока не восстанавливается требуемая скорость и клапан возвращается в нейтральное положение.

Схема золотникового клапана и профиль кулачковых дисков показаны на фиг. 11. Этот регулятор дал вполне удовлетворитель-