

СГАУ: 6 (2)

У-254 САМАРСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА  
С.П. КОРОЛЕВА

*Б. А. Углов*

**АВИАЦИОННЫЙ  
ДВИГАТЕЛЬ АШ-62ИР.  
СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ**

САМАРА  
2000

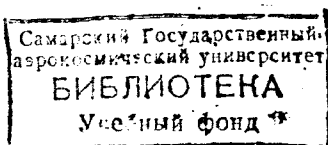
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. академика С. П. КОРОЛЕВА

*Б. А. Углов*

АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ  
АШ-62ИР.  
СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ

*Учебное пособие*



САМАРА 2000

*2002*

УДК 621.431.75.004 (075)

**Авиационный двигатель АП-62НР. Системы двигателя: Учеб. пособие / Б.А. Углов. Самар. авиакосмич. ун-т. Самара, 2000. 108 с.**

**ISBN 5-7883-0035-5**

Изложены схемы, принципы работы и конструкции агрегатов и систем двигателя.

Пособие предназначено для студентов специальности 13.03, изучающих конструкцию и техническое обслуживание двигателя АП-62НР, и может быть полезно для специалистов, работающих в эксплуатационных подразделениях. Выполнено на кафедре эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

Ил. 75.

Печатется по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного авиакосмического университета им. академика С. П. Королёва.

Рецензенты: Б. Д. Данилов, А. Н. Тихонов.

**ISBN 5-7883-0035-5**

© Углов Б. А., 2000

© Самарский государственный  
авиакосмический универси-  
тет, 2000

## **1. МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ**

### **1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Масляная система (МС) двигателя предназначена для уменьшения силы трения между взаимно перемещающимися деталями; защиты трущихся поверхностей от износа; отвода тепла, выделяющегося при трении и передаваемого к охлаждаемым маслом деталям от более нагретых узлов; выноса частиц износа из узлов трения; уплотнения зазоров между трущимися деталями (особенно между поршнем и цилиндром); использования масла в качестве рабочей жидкости в системе управления воздушным винтом; предохранении деталей от коррозии.

При этом МС должна обеспечивать потребную прокачку масла через двигатель на всех режимах его работы в любых условиях эксплуатации; надежный запуск двигателя в диапазоне температур окружающего воздуха от  $-50^{\circ}$  до  $+45^{\circ}\text{C}$  (в некоторых случаях с предварительным подогревом); ускоренный прогрев масла в системе на работающем двигателе; отсутствие переполнения маслом двигателя на всех режимах его работы и после останова; минимальный расход масла в процессе работы двигателя; безопасность в пожарном отношении и др.

Условия работы масла в авиационных поршневых двигателях в отличие от ТРД и ТВД характеризуются большими по площади трущимися поверхностями (до одного квадратного метра) со значительными удельными давлениями до  $(6-8) \cdot 10^4$  кПа для  $600-800$  кг/см<sup>2</sup> (пара "цилиндр-поршень", головки шатунов, зубчатые зацепления), контактированием масла с продуктами полного и неполного сгорания и процессом горения, что сопровождается повышенной теплоотдачей в масло и значительным изменением его характеристик.

В условиях возвратно-поступательных движений наиболее неблагоприятные условия работы масла возникают в местах реверсирования, т. е. в зонах наименьших скоростей поршня и особенно у камеры сгорания, где наиболее высокие температуры.

В период такта впуска происходит разжижение масла на стенке цилиндра неиспарившимся бензином, пленка масла выдувается из-под первых колец в такте сжатия, выгорает и окисляется при контактировании с открытым пламенем. В результате резко изменяются физико-химические и эксплуатационные свойства масла.

Интенсивное лакообразование из-за высокой температуры в зоне поршневой группы вызывает ухудшение теплопроводности поршня и пригорание поршневых колец. Последнее приводит к более интенсивному проникновению масла в камеру сгорания и горячих газов из камеры сгорания в картер двигателя. Вследствие этого возможно снижение мощности двигателя, заедание поршней, поломка поршневых колец и обрыв шатунов.

Для обеспечения жидкостного трения и уплотнения зазора между поршнем и цилиндром масло должно иметь вязкость 20-22 мм<sup>2</sup>/с (20-22 сСт) при температуре 100°C. Такой вязкостью обладают масла на нефтяной основе МК-22, МС-20 и МС-20С. Первая буква означает, что масло авиационное, вторая — способ очистки (кислотно-контактная или селективная), число — минимальную вязкость в сантистоксах при 100°C. Последняя буква С говорит о наличии в масле до 1% серы.

Давление подачи масла в двигателе на основных режимах составляет 4-5 кг/см<sup>2</sup>. Минимальная температура на входе в двигатель 50°C, рекомендуемая — 60-75°C и максимально допустимая в течение не более 3 минут — 85°C. Наибольшая температура на выходе в течение не более 10 минут — 125°C на взлетном режиме и 110-115°C на номинальном.

Потребная прокачка масла  $V_M$  (л/ч) через двигатель, обеспечивающая оптимальный отвод тепла, определяется выражением

$$V_M = \frac{q \cdot N_e}{c_M \cdot \rho_M \cdot \Delta t}, \quad (1)$$

где  $q$  — удельная теплоотдача в масле;  $N_e$  — мощность двигателя;  $\Delta t$  — перепад температуры масла на входе и выходе;  $c_M$  — теплоемкость масла;  $\rho_M$  — плотность масла.

Авиационные поршневые звездообразные двигатели выполняются с сухим картером, т. е. масло в картере не скапливается, а

сливается в маслобункер. Дефлектор, установленный в нижней части среднего картера между цилиндрами №5 и 6, отсекает масло от вращающихся противовесов-демпферов коленчатого вала и кривошипа с нижними головками шатунов, улучшает сток масла в маслобункер, уменьшает пенообразование и затраты мощности на барботаж.

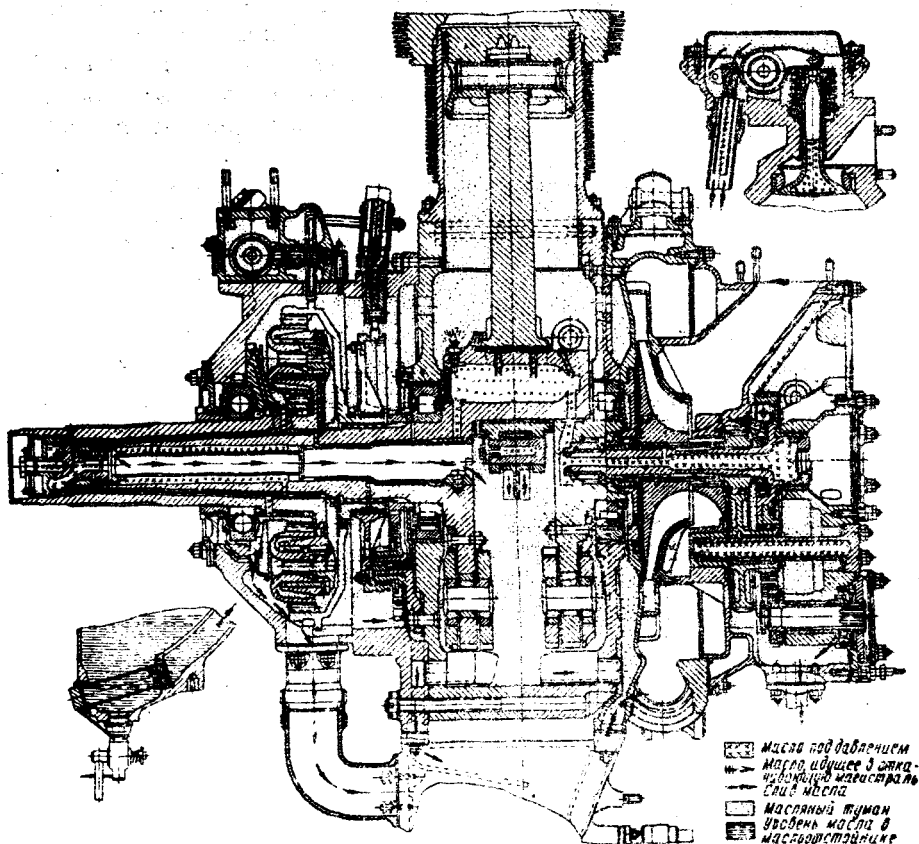
При низких температурах резко повышается вязкость масла, что создает значительные трудности запуска двигателя из-за возрастания сил трения и приводит к масляному голоданию двигателя в первые минуты его работы вследствие недостаточного поступления масла к трущимся поверхностям. В условиях зимней эксплуатации масло после останова двигателя необходимо слить и в горячем состоянии заливать перед каждым полетом. Эффективным средством, обеспечивающим нормальный запуск, прогрев и надежную работу двигателя в этих условиях, является разжижение масла бензином перед останом двигателя. Масло будет иметь пониженную вязкость в холодном состоянии. Через 15 минут работы двигателя после запуска масло успевает прогреться и из него испаряется 80-85% бензина.

## 1.2. ЦИРКУЛЯЦИЯ МАСЛА В МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЕ

Масляная система (МС) двигателя АП-62ИР (рис. 1, 2) относится к классу замкнутых (циркуляционных). В таких системах масло из двигателя после очистки, частичного отделения воздуха и охлаждения возвращается в бак, из которого после дополнительного отделения воздуха и охлаждения снова подается в двигатель. Система с такой схемой движения масла называется одноконтурной.

За нагнетающей ступенью масляного насоса МП-8М устанавливается редукционный клапан, предохраняющий фильтр от разрушения при чрезмерно вязком масле. Обратный (перепускной) клапан в нагнетающей магистрали открывается только при определенном давлении, превышающем статический напор масла перед насосом ( $0,5 \text{ кг/см}^2$ ), тем самым предотвращается перетекание масла к баку в неработающий двигатель.

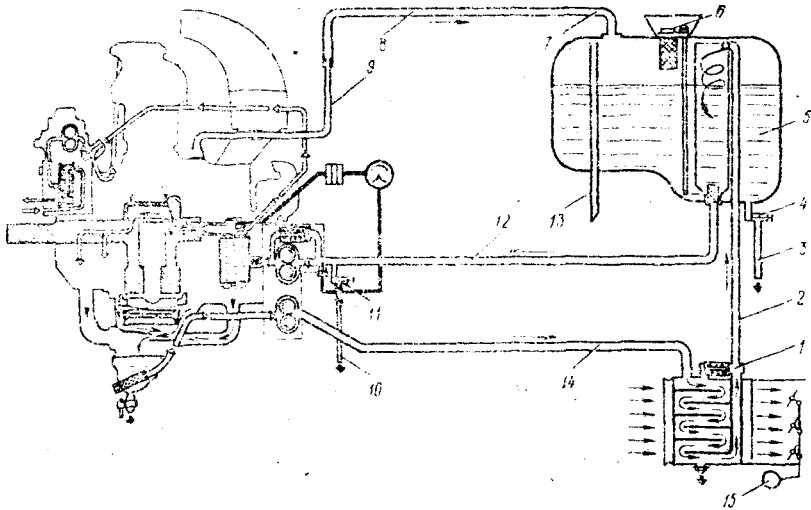
На выходе из двигателя нагретое до  $30-40^\circ$  масло частично освобождается от воздуха в маслобункере и очищается от механических примесей в фильтре МФМ-25. После этого, пройдя радиатор, охлажденное масло тангенциально поступает в цилин-



Р и с. 1. Масляная система двигателя АШ-62ИР

дрический колодец маслобака, освобождаясь при вращательном движении от растворенного воздуха с минимальным образованием пены.

Забор масла в нагнетающую магистраль осуществляется из нижней точки колодца через сетчатый фильтр грубой очистки. Таким образом, по масляной системе циркулирует только часть масла, находящегося в системе. Разделение масла в баке на циркулиру-



**Р и с. 2.** Схема внешней масляной системы двигателя АШ-62ИР: 1 — редукционный клапан; 2 — трубопровод отвода масла в бак; 3 — сливная труба; 4 — сливной кран; 5 — маслобак; 6 — пробка заливной горловины; 7 — угольник; 8 — шланг суфлирования двигателя; 9 — трубопровод суфлирования; 10 — сливной трубопровод; 11 — сливной кран; 12 — шланг подвода масла в двигатель; 13 — дренажный трубопровод; 14 — шланг отвода масла; 15 — датчик УПЗ-48

щий и запасный объемы способствует более быстрому прогреву его при запуске двигателя. В то же время часть тепла от поступающего масла через стенки колодца переходит к основному маслу. Поступление свежего масла в циркулирующий объем, уменьшающийся за счет выгорания в камерах сгорания и утечек в соединениях, происходит через окна в нижней части масляного колодца.

Воздушная полость маслобака сообщается суфлирующими трубопроводами с внутренней полостью картера и через дренажный трубопровод — с атмосферой. Такая система называется открытой.

Требуемая температура масла на входе в двигатель поддерживается специальными заслонками, регулирующими количество подводимого к радиатору охлаждающего воздуха.

Работа МС контролируется по показаниям манометра, расположенного в нагнетающей магистрали на задней крышке картера, и термометра, установленного в полости входа масла в нагнетающую ступень насоса МПН-8М. Кроме этого на носке картера име-



ются два гнезда с конической резьбой, закрытые пробками. В них могут быть установлены манометры для замера давления масла, поступающего от РПО в механизм винта (левое гнездо) и к направляющим толкателей верхних цилиндров (правое гнездо).

### 1.3. МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ

Условно масляную систему подразделяют на внутреннюю (рис. 1), или систему двигателя, и внешнюю (самолетную), к которой относятся масляный бак, радиатор, электромагнитный топливный кран разжижения масла, трубопроводы (рис. 2).

В двигателе АП-62ИР масло ко всем трущимся парам подается тремя способами: принудительно под давлением, направленной струей и барботажем (разбрызгиванием).

Пройдя нагнетающую ступень насоса МШ-8М, масло под давлением 5-6 кгс/см<sup>2</sup> поступает в канал задней крышки картера. Отжимая шарик перепускного клапана, масло подводится к фильтру МФМ-25. На выходе из фильтра масло расходится в трех направлениях:

1. По каналу в задней крышке картера через сквозные прорезы в кольцевую выточку, расположенную внутри центральной втулки (см. рис. 1), являющейся задним подшипником вала привода агрегатов, и далее — в главную магистраль двигателя через пустотелый вал привода агрегатов.

2. По каналам в приливах задней крышки картера на смазку приводов агрегатов, расположенных на задней половине корпуса нагнетателя и задней крышке картера (приводов магнето, топливного насоса и генератора тахометра, двойной шестерни привода крыльчатки нагнетателя, привода генератора).

3. По каналу в верхнем приливе задней крышки картера к двум штуцерам трубок масляного манометра и подвода масла к РПО.

Рассмотрим эти направления подробнее.

#### 1.3.1. Первое направление

Из внутренней полости вала привода агрегатов через радиальное отверстие на его переднем поясе за шлицевой частью масло поступает на смазку втулок валика крыльчатки и подпятника нагнетателя.

Главный поток масла из внутренней полости вала привода агрегатов поступает во внутреннюю полость задней коренной шейки коленчатого вала и далее по каналу в его задней щеке в полость шатунной шейки. Из этой полости масло выходит в трех направлениях:

1. По двум трубкам, запрессованным в радиальные отверстия шатунной шейки, на лыску для смазки втулки главного шатуна и пальцев прицепных шатунов (рис. 3).

2. Через отверстие диаметром 1,0 мм в болте крепления заглушки внутренней полости шатунной шейки и жиклер диаметром 1,3 мм, запрессованный в заднюю часть шатунной шейки, на смазку разбрызгиванием деталей ЦПГ.

3. По каналу в передней щеке коленчатого вала в кольцевую полость между носком вала и запрессованным в него электронным стаканом. Из этой полости масло через три радиальных отверстия поступает на смазку (по порядку от щеки коленчатого вала к винту):

оси двойной шестерни привода механизма газораспределения (рис. 4);

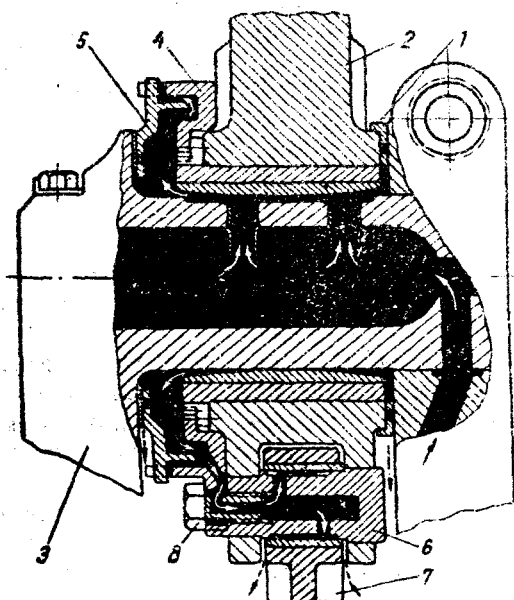
втулки кулачковой шайбы;

механизма редуктора (рис. 5) для смазки опорных подшипников вала винта, подшипников сателлитов и зубьев шестерен.

Шатунный механизм (рис. 3) смазывается очищенным (центрифугированным) маслом под давлением. Из зазора между втулкой главного шатуна и шатунной шейкой коленчатого вала по отверстиям в лапах замка бокового уплотнения и в болтах, крепящих замок, масло поступает в полость пальцев прицепных шатунов, а затем по двум радиальным отверстиям в пальцах — на втулки кривошипных головок прицепных шатунов для их смазки. На каждом пальце прицепного шатуна сделаны две диаметрально противоположные лыски, обеспечивающие распределение смазки по длине трущихся поверхностей пальца и втулки.

Зеркала цилиндров, вращающиеся и вращаемые втулки шатунов смазываются маслом, разбрызгиваемым из двух жиклеров в шатунной шейке, и маслом, вытекающим из зазоров деталей кривошипно-шатунного механизма.

Механизм газораспределения (рис. 4) смазывается следующим образом: из отверстия, расположенного на переходе от передней коренной шейки к шлицам коленчатого вала, масло поступает на внутреннюю лыску ступицы ведущей шестерни привода



Р и с. 3. Схема смазки кривошипной головки главного шатуна и пальцев прицепных шатунов: 1 — заднее кольцо; 2 — главный шатун; 3 — коленчатый вал; 4 — шлицевой замок; 5 — переднее кольцо; 6 — палец прицепного шатуна; 7 — прицепной шатун; 8 — винт крепления шлицевого замка

газораспределения. По трем радиальным отверстиям в шестерне масло поступает в кольцевую полость, образованную маслоуплотнительными кольцами ступицы ведущей шестерни. Из этой полости масло через отверстие во фланце подачи масла к приводу газораспределения поступает по трубке в полость оси двойной шестерни газораспределения и через отверстие в оси выходит на ее наружную поверхность для смазки втулки двойной шестерни.

К втулке кулачковой шайбы масло поступает по отверстию между шлицами носка коленчатого вала и отверстию в ступице ведущей шестерни редуктора.

Масло, выходящее из зазоров между осью двойной шестерни газораспределения и ее втулкой, а также между ступицей ведущей шестерни редуктора и втулкой кулачковой шайбы, раз-

брызгивается для смазки зубьев шестерен газораспределения, роликов толкателей и кулачковой шайбы.

**Механизм редуктора** (рис.5) смазывается маслом, поступающим под давлением из полости между электронным стаканом и носком коленчатого вала через его третье от щеки радиальное отверстие. Масло подается в заднюю внутреннюю кольцевую канавку задней втулки вала винта, проходит по лыске задней шейки носка коленчатого вала и смазывает задний подшипник вала винта.

Через шесть радиальных отверстий втулки масло поступает из ее внутренней канавки в наружную кольцевую канавку и далее расходится по двум направлениям:

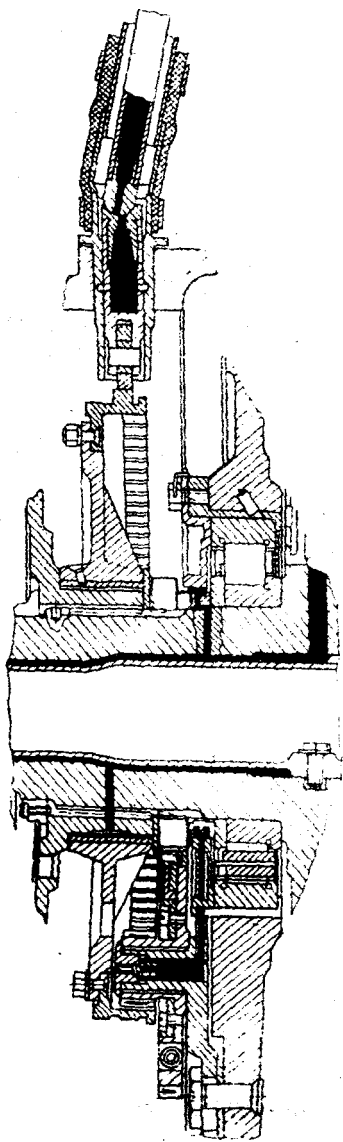
- на смазку переднего подшипника (втулки) вала винта;
- на смазку втулок осей сателлитов и зубьев шестерен.

К переднему подшипнику вала винта масло проходит через продольную канавку на наружной поверхности втулки и паз на ее переднем торце и кольцевую полость между носком коленчатого вала и гильзой вала винта. Далее по лыске передней шейки носка коленчатого вала масло расходится для смазки переднего подшипника по всей его длине.

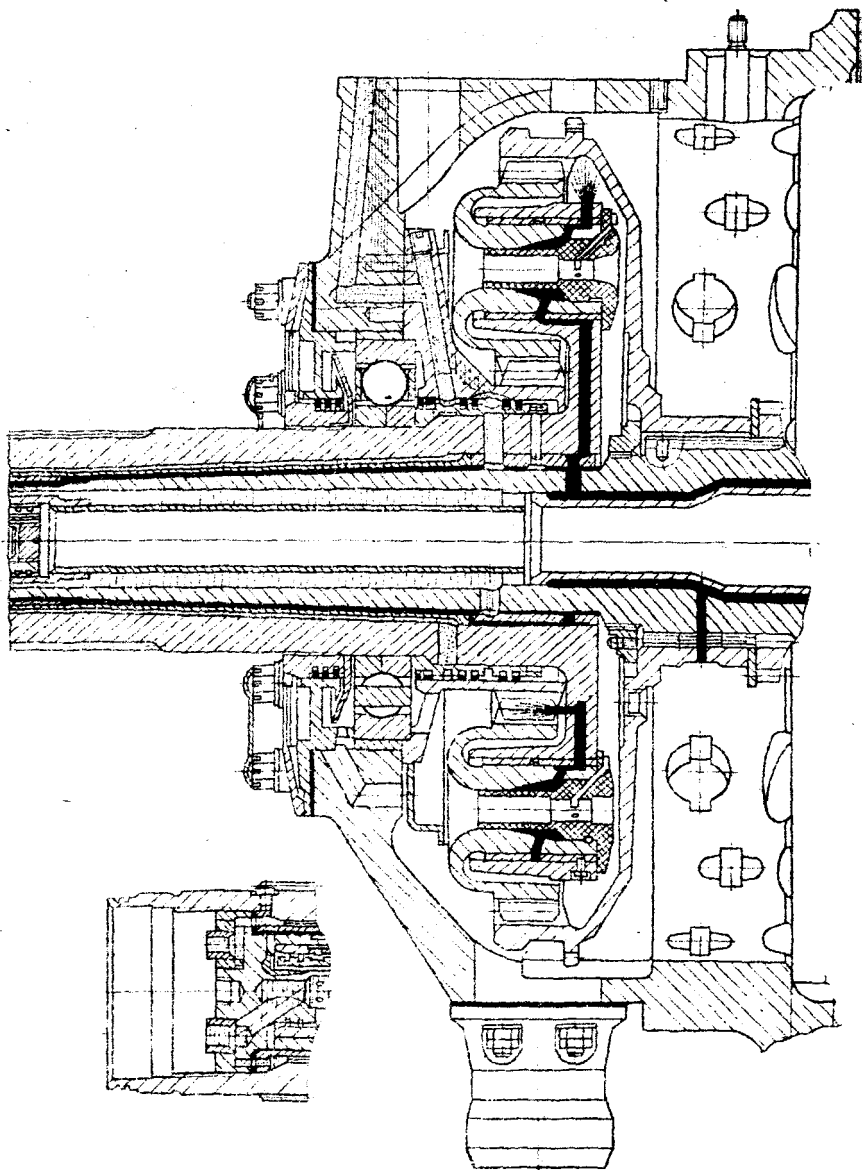
Масло, выдавливаемое из зазоров между подшипником и шейкой носка коленчатого вала, поступает в полость между двумя передними кольцами маслораспределительной втулки вала и по каналам в ее теле стекает в средний картер через внутреннюю полость коленчатого вала.

К подшипникам сателлитов масло подводится из наружной кольцевой канавки задней втулки по сквозным радиальным каналам в лапах винта и по лыскам в опорах сателлитов. Каждая лыска сообщается с внутренней поверхностью втулки, запрессованной в опору сателлита, с помощью двух кольцевых канавок на наружной и внутренней поверхностях втулок и радиальных отверстий, соединяющих эти канавки. Через эти отверстия масло, подведенное к лыске в опоре сателлита, заполняет зазор между сателлитом и втулкой, смазывая их трущиеся поверхности.

Большая часть масла по переднему наклонному отверстию в оси сателлита поступает в полость между внутренней поверхностью сателлита и хвостиком его гайки и далее через заднее наклонное отверстие к лыске на наружной поверхности шейки сателлита. При вращении сателлитов эта лыска совпадает с отверстиями в лапах



Р и с. 4. Схема сборки механизма газораспределения



Р и с. 5. Схема связи редуктора двигателя

вала винта. Одно из этих отверстий, расположенное рядом со стопором втулки сателлита, служит для подвода масла струей на зубья сателлита и ведущей шестерни редуктора.

Масло, скопившееся на лыске сателлита, смазывает торец его гайки.

**Приводы агрегатов**, установленные на задней крышке картера, смазываются маслом под давлением.

В центральной бобышке с осевой расточкой задней крышки картера сделана кольцевая канавка, в которую поступает масло из МФМ-25. В расточку запрессована бронзовая втулка, являющаяся задним подшипником вала привода агрегатов, с кольцевой канавкой и сквозными пазовыми отверстиями, расположенными против канавки бобышки. По этим каналам масло через вал привода агрегатов поступает в коленчатый вал двигателя и по каналам в приливах задней крышки картера на смазку приводов магнето, двойного привода и компрессора.

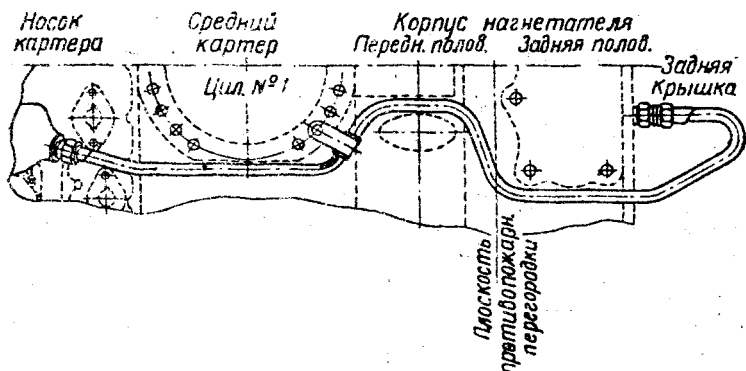
Смазка деталей привода БНК-12БК и генератора тахометра осуществляется консистентной смазкой, вводимой в полость привода через нижнее отверстие или через отверстие, закрываемое крышкой с подпятниками, при проведении регламентных работ, и частично моторным маслом, проникающим по диаметральному зазору

### **1.3.2. Второе направление**

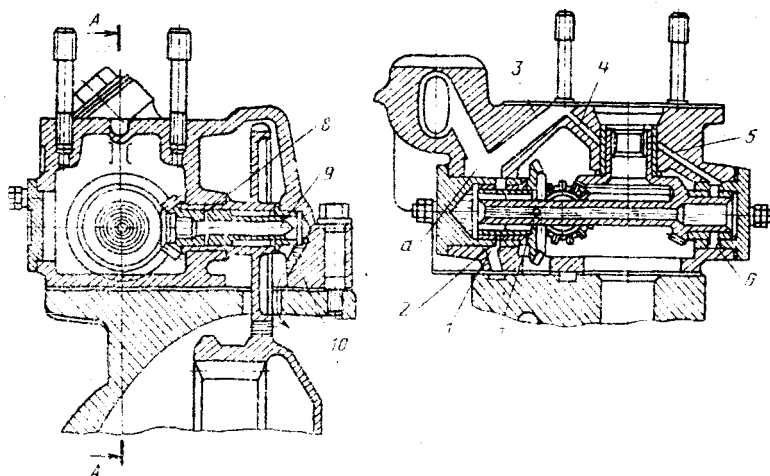
Масло к приводам маслососа и генератора, к оси промежуточной шестерни привода генератора и оси двойной шестерни привода крыльчатки нагнетателя подводится из камеры фильтра МФМ-25. Все подшипники валиков привода агрегатов имеют кольцевые проточки и радиальные отверстия или прорезы для прохода под давлением масла на смазку. Для слива масла, проникающего через зазоры между подшипниками и валиками к фланцам агрегатов, бобышки, имеют в стенках сливные отверстия.

### **1.3.3. Третье направление**

Подвод масла к РПО (рис. 6, 7) производится из нагнетающей масляной полости задней крышки картера под давлением по трубке внешнего подвода масла, присоединенной к штуцеру на задней крышке картера. В цилиндрическую проточку корпуса (полость а)



Р и с. 6. Трубка внешнего подвода масла к РПО



Р и с. 7. Схема масляных каналов в приводе РПО:

1 — к направляющим толкателей; 2 — на смазку шейки правой ведомой конической шестерни; 3 — к маслонаосу РПО; 4 — на смазку шейки верхней ведомой шестерни; 5 — к наружной кольцевой выточке левой крышки и радиальному отверстию в крышке; 6 — на смазку шейки левой ведомой конической шестерни; 7 — на слив в переднюю полость; 8, 9 — к подшипникам валика ведущей конической и цилиндрической шестерен; 10 — на слив в картер



привода масло поступает по каналу 1 через сетчатый фильтр и далее расходится в трех направлениях:

через отверстие в крышке опоры для смазки опоры конической шестерни;

через отверстие в корпусе привода и наклонный канал в носке картера для смазки направляющих толкателей;

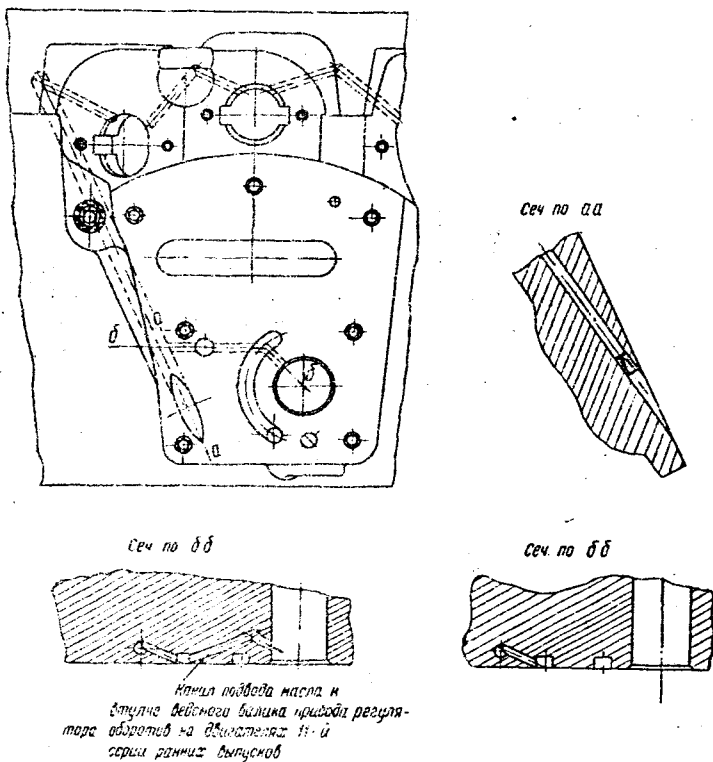
через наклонный канал в корпусе привода к масляному насосу РПО и отсюда же по каналу меньшего диаметра к кольцевой выточке внутри вертикальной бобышки, откуда по радиальному отверстию втулки подводится на смазку шейки верхней ведомой шестерни. Далее также по наклонному каналу масло подводится к наружной кольцевой выточке левой крышки, откуда через радиальное отверстие в крышке поступает на смазку шейки левой ведомой конической шестерни.

Через зазоры между крышками и шейками правой и левой ведомых шестерен масло проходит во внутреннюю полость валика, откуда через поперечное отверстие сливается в переднюю полость привода. Высота уровня масла в этой полости определяется положением сливного отверстия диаметром 12 мм в средней вертикальной стенке корпуса привода, через которое масло сливается в заднюю полость и через паз носка картера под ведущую шестерню привода в картер. Такой уровень обеспечивает постоянное нахождение шестерен привода в масле.

От масляного насоса РПО масло по двум радиальным каналам в корпусе привода поступает в соответствующие каналы вала винта.

К подшипникам рычагов (рис. 8) клапанов впуска цилиндра №8 и подшипнику рычага клапана выпуска цилиндра №3 масло подводится под давлением от привода РПО по каналам через гнезда соответствующих направляющих толкателей. Жиклер диаметром 2 мм в этой системе ограничивает прокачку масла.

Гнезда под направляющие толкателей в носке картера, расположенные выше оси двигателя, связаны между собой зигзагообразными каналами. Масло, поступающее по отверстиям направляющих толкателей в полость толкателей, подводится по отверстиям шаровых гнезд толкателей в пустотелые тяги и в центральные отверстия регулировочных винтов рычагов, затем по одному из боковых каналов в них к подшипникам рычагов клапанов. Далее масло входит в кольцевые канавки на наружных обоймах подшипников и через их радиальные отверстия выходит в полости между обоймами. После смазки и охлаждения подшип-



Р и с 8. Фланец носка картера для крепления РПО

ников масло вытекает в клапанные коробки и по кожуху тяг сливается в направляющие толкателей, через отверстия в направляющих масло сливается в носок картера.

Масло, находящееся в коробках рычагов, смазывает штоки клапанов и их направляющие.

Подшипники рычагов нижних клапанов смазываются маслом, поступающим в клапанные коробки самотеком из носка картера через зазоры между толкателями и их направляющими и через кожухи тяг.

#### 1.4. ОТКАЧКА МАСЛА ИЗ ДВИГАТЕЛЯ

Все отработавшее масло сливается в маслосборник (рис. 9) следующими путями:

из носка картера и из полости приводов агрегатов: для этого в носке и на заднем корпусе нагнетателя установлены специальные маслосливные трубы, состоящие каждая из двух частей, соединенных дюритовыми муфтами. Одна из труб крепится к носку картера или заднему корпусу нагнетателя, а другая к маслосборнику;

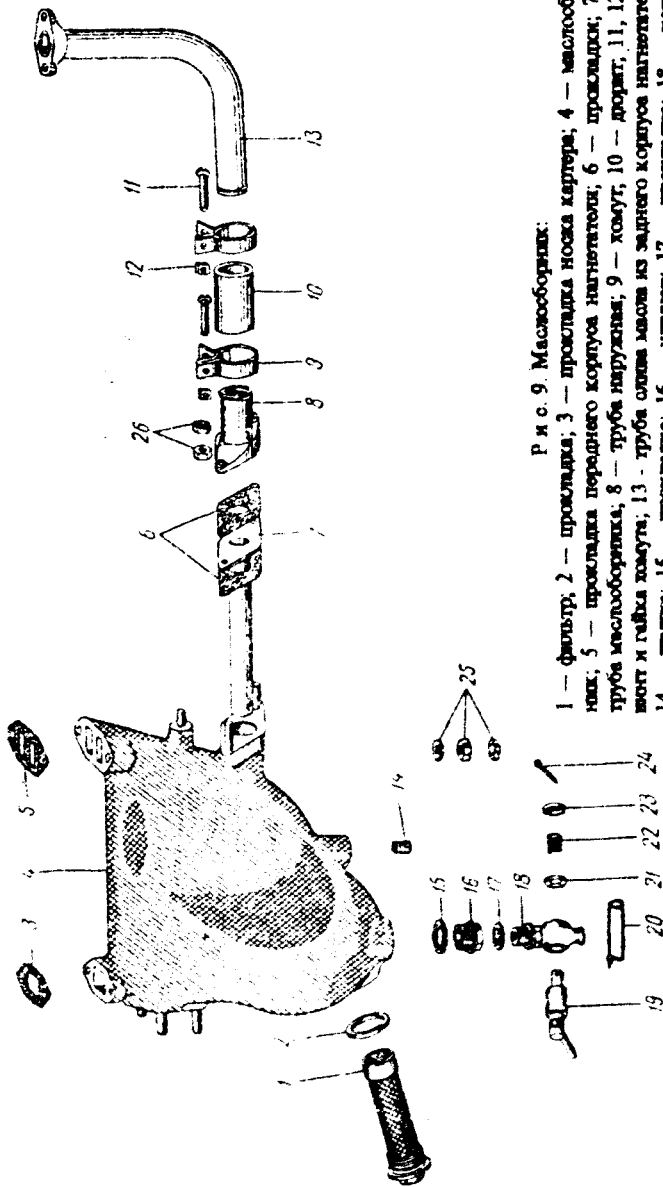
из среднего картера масло, находящееся во взвешенном состоянии и вращающееся с кривошипно-шатунным механизмом, собирается масляным дефлектором, расположенным между цилиндрами №5 и 6, и отводится через его передний и задний концы;

из полости между средним картером и корпусом нагнетателя по каналу в нижней части фланца передней половины корпуса нагнетателя. В результате при нормальных условиях работы масляной системы в сборнике находится 2-3 л масла.

#### 1.5. СУФЛИРОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

Во время работы двигателя из камеры сгорания через газонеплотнительные поршневые кольца (особенно в случае их износа) в картер двигателя прорываются газы и топливо-воздушная смесь. Нагрев двигателя приводит к увеличению давления воздуха в картере и интенсивному испарению масла. Повышение давления в картере приводит к увеличению противодействия поршням (т. е. потере эффективной мощности) и возможности появления течи масла в плоскостях разъемов.

Для выравнивания давлений между внутренними полостями картера двигателя последние (кроме полости нагнетателя) соединены между собой суфлирующими отверстиями и для уравновешивания внутрикартерного давления с атмосферным на переднем корпусе нагнетателя имеется канал, выходящий в суфлер двигателя. Суфлер крепится на фланце переднего корпуса нагнетателя против цилиндра №1 (здесь наименее турбулентный поток). Суфлирующая полость, образованная вертикальными стенками задней части среднего картера и переднего корпуса нагнетателя, соединяется с полостью редуктора (носка картера), полость среднего картера через отверстия, имеющиеся в передней и задней стенках



Р и с. 9. Маслосборник:

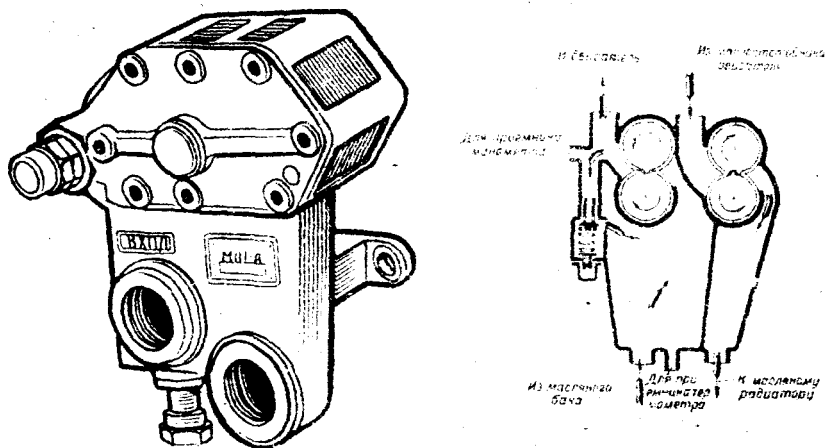
1 — фильтр, 2 — прокладка, 3 — прокладка носка картера, 4 — маслосборник, 5 — прокладка переднего корпуса нагнетателя, 6 — прокладка, 7 — труба маслосборника, 8 — труба наружная, 9 — комут, 10 — фланец, 11, 12 — шпиг и гайка шпига, 13 — труба слива масла из заднего корпуса нагнетателя, 14 — штуцер, 15 — прокладка, 16 — штуцер, 17 — прокладка, 18 — корпус сливного крана, 19 — пробка сливного крана, 20 — контрольный булавка, 21, 23 — шайбы, 22 — пружина, 24 — шпигет, 25 — гайка, шайба и контргайка, 26 — гайка и контргайка

среднего картера, и с полостью заднего корпуса нагнетателя двумя каналами в переднем и заднем корпусах нагнетателя. К суфлеру присоединяется трубка, соединяющая суфлирующую полость с верхней (воздушной) полостью масляного бака. Суфлирование картера и дренаж масляного бака осуществляются совместно через дренажную трубку бака.

## 1.6. РАБОТА И КОНСТРУКЦИЯ АГРЕГАТОВ МАСЛЯНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ

### 1.6.1. Масляный насос МШ-8М

Масляный насос (рис. 10) предназначен для бесперебойного обеспечения работы масляной системы. Насос шестеренчатого типа имеет две ступени — нагнетающую (производительностью 17-20 л/мин при  $P = 5,5 \text{ кг/см}^2$ ) и откачивающую (производительностью не менее 70 л/мин).



Р и с. 10. Масляный насос МШ-8М и схема его работы

При вращении шестерен насоса на входе в камеру каждой ступени создается разрежение, обуславливающее подход к ним масла из масляного бака и маслосборника и заполнение объемов, ограниченных впадинами между зубьями шестерен и корпусом насоса. Объемы перемещаются по направлению вращения шестерен. Перед выходным окном каждой камеры зубья обеих шестерен входят в зацепление друг с другом и выжимают масло из впадин зубьев в магистраль под давлением 2-6 кг/см<sup>2</sup> (в зависимости от частоты вращения). Часть масла перетекает через торцовые и радиальные зазоры между шестернями и корпусом (8-12%) на вход ступени.

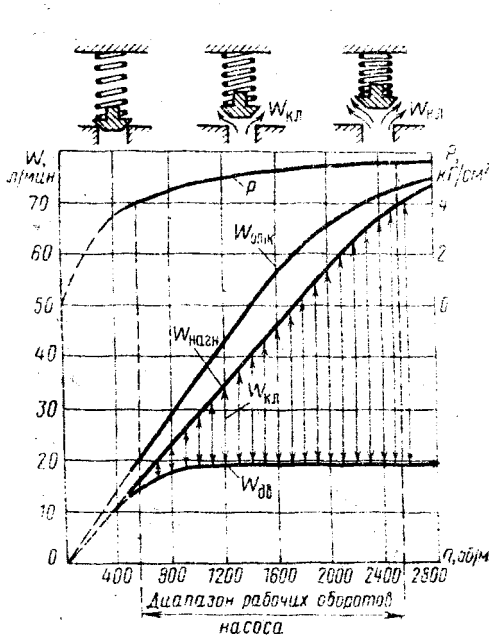
Давление масла в каждом выходном канале определяется гидравлическими сопротивлениями последующей магистрали. Для нагнетающей ступени — это сопротивления главной магистрали двигателя, а для откачивающей — масляный радиатор. Кроме того, величина давления зависит от вязкости масла, значительно изменяющегося от температуры, и в меньшей степени от наработки. Производительность обеих ступеней МШ-8М при постоянной вязкости и переменной частоте вращения показана на рис.11.

Производительность нагнетающей ступени значительно больше количества масла, которое может пропустить магистраль двигателя при давлении 5,5 кг/см<sup>2</sup>. Поэтому на всех режимах работы двигателя большая часть масла перепускается через редукционный клапан на вход в нагнетающую ступень.

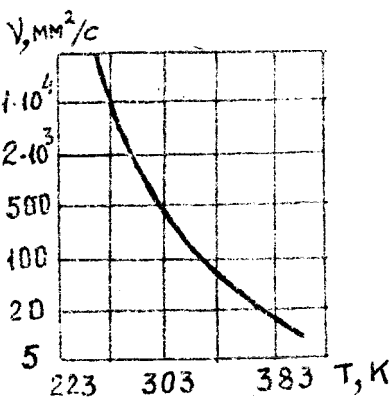
Откачивающая ступень имеет значительно большую производительность по сравнению с нагнетающей, поскольку к ней поступает горячее вспененное масло с малой вязкостью.

С подъемом на высоту уменьшается давление на входе в обе ступени и соответственно снижается производительность насоса (рис. 12). Запас производительности насоса обеспечивает нормальную работу двигателя до рабочего потока самолета Ан-2.

**Конструкция насоса.** Насос (рис. 13) состоит из двух самостоятельных ступеней (нагнетающей и откачивающей), помещенных в один алюминиевый корпус 9 с крышкой 12 и опорным фланцем, двух пар шестерен и узла редукционного клапана. Каждая ступень состоит из двух цилиндрических шестерен 7, 8 и 34, 36 одинакового диаметра. Откачивающая ступень расположена в передней камере корпуса (у фланца, прилегающего к двигателю) глубиной 45 мм. Нагнетающая — в задней, глубиной 35 мм.

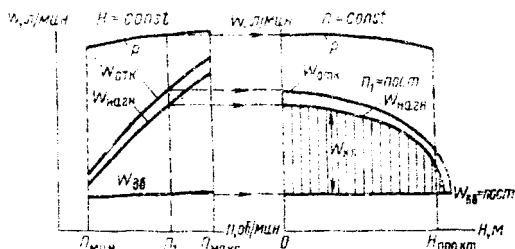


a



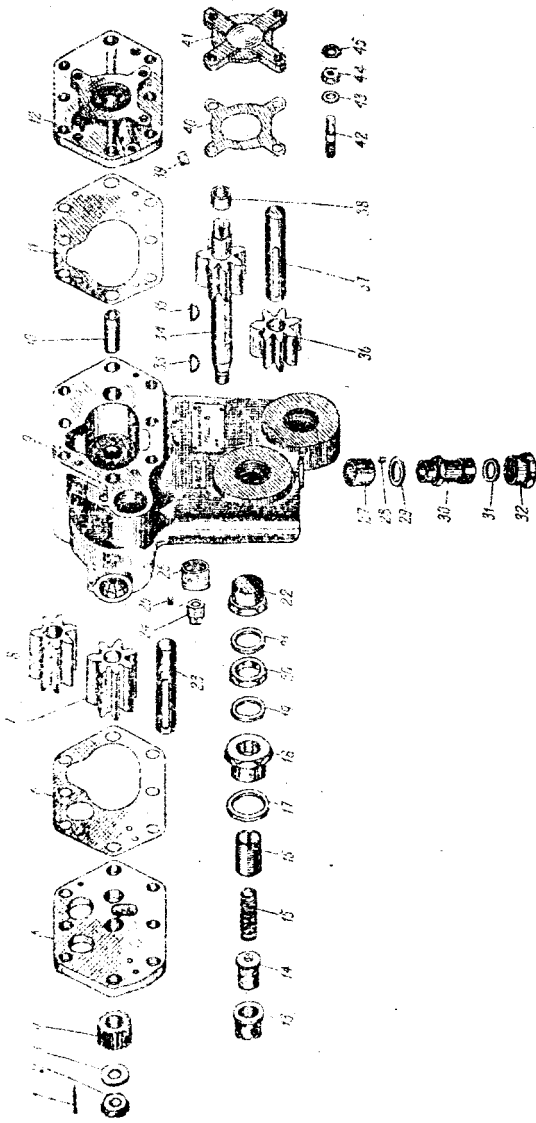
б

Р и с. 11. Зависимость производительности насоса МШ-8М и давление масла от частоты вращения при постоянной вязкости (а) и вязкости масла МС-20 (б) от температуры:  $W_{общ}$  — производительность насоса при закрытом редукционном клапане;  $W_{кв}$  — перепуск масла через редукционный клапан;  $W_{кв,д}$  — перепуск масла через двигатель при давлении 5,5 кгс/см<sup>2</sup>



Р и с. 12. Изменение производительности масляного насоса МШ-8М и давления масла от высоты полета при постоянной частоте вращения

В стенке, разделяющей камеры, имеются три сквозные отверстия. Среднее является средним опорным подшипником ведущего валика. В крайние со стороны каждой камеры запрес-



Р и с. 13. Детали масляного насоса МПП-8М.

1 — шплинт; 2 — гайка; 3 — шайба; 4 — шлицевая муфта; 5 — сквозная фланец; 6 — прокладка; 7, 8 — шестерни отключающей светомы; 9 — корпус; 10 — втулка; 11 — прокладка; 12 — крышка корпуса; 13 — седло редукционного клапана; 14 — редукционный клапан; 15 — пружина; 16 — регулировочный винт; 17 — прокладка; 18 — втулка; 19 — прокладка; 20 — гайка; 21 — прокладка; 22 — колышек; 23 — ось ведомой шестерни; 24 — пробка; 25 — штифт; 26 — втулка манометра; 27 — втулка; 28 — штифт; 29 — прокладка; 30 — штуцер термометра; 31 — прокладка; 32 — заглушка; 33, 35 — шпоник; 34, 36 — шестерни двигателя; 37 — ось ведомой шестерни; 38 — втулка; 39 — заглушка; 40 — прокладка; 41 — крышка; 42 — шпоник; 43 — шайба; 44 — гайка; 45 — контргайка



сованы оси 23, 37 ведомых шестерен. Оси имеют продольные лыски для прохода масла.

В нижней части корпуса имеются две изолированные полости, оканчивающиеся отверстиями с конической резьбой, и бобышка с резьбовой втулкой 27 под штуцер 30 масляного термометра входящего масла.

В левой задней части корпуса сделан прилив с каналом для установки редукционного клапана 14, в который запрессовано бронзовое седло 13.

Корпус имеет восемь сквозных отверстий под шпильки крепления его к задней крышке картера. Крышка и фланец крепятся к корпусу винтами.

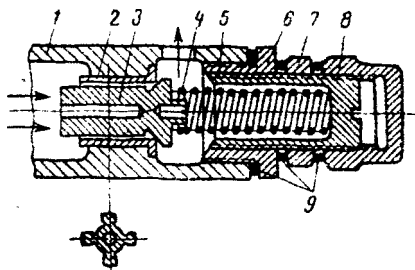
Сквозное отверстие в средней части крышки служит задним подшипником ведущего валика насоса, глухой колодец — задней опорой оси ведомой шестерни нагнетающей ступени.

В верхней части опорного фланца 5 имеются два отверстия, сообщающие насос с масляной магистралью двигателя: через правое — масло подводится к откачивающей ступени из маслосборника; через левое — под давлением из нагнетающей ступени в двигатель.

Ведущая шестерня 34 выполнена за одно целое с валиком. Задний конец валика, выходящий из насоса, заканчивается конической частью с резьбовым хвостовиком. На коническую часть с помощью сегментной шпонки 33 установлена шлицевая муфта,

закрепленная корончатой гайкой со шплинтом. В средней части валика на двух шпонках устанавливается ведущая шестерня откачивающей ступени. Ведомые шестерни 7, 8 свободно вращаются на осях, запрессованных в корпус насоса.

Редукционный клапан (рис. 14) состоит из запрессованного в корпусе насоса бронзового седла 2, стального клапана 3, пружины 4, регулировочной втулки 6, контргайки 7, втулки 6, регулировочного



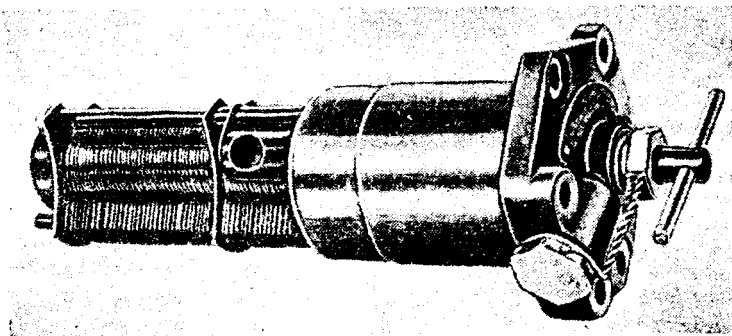
Р и с. 14. Редукционный клапан насоса МП-8М:

- 1 — корпус насоса; 2 — седло клапана;
- 3 — клапан; 4 — пружина; 5 — регулировочный винт; 6 — втулка; 7 — контргайка;
- 8 — колпачок; 9 — прокладка

винта 5, контргайки 7 и колпачка 8 с прокладкой 9. Давление масла в системе двигателя регулируется затяжкой пружины 4 с помощью регулировочного винта 5, фиксируемого контргайкой 7, закрываемого предохранительным колпачком 8.

### 1.6.2. Масляный фильтр МФМ-25

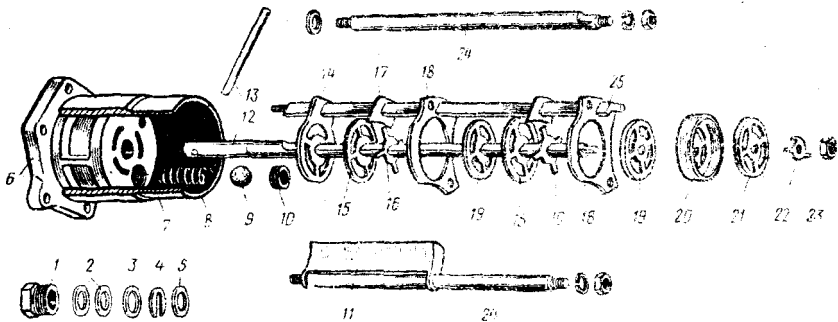
Целевой металлический масляный фильтр МФМ-25 (рис. 15) предназначен для очистки масла от взвешенных твердых частиц размером более 0,09 мм.



Р и с. 15. Масляный фильтр МФМ-25

Фильтрующая часть (рис. 16) состоит из тонких стальных пластин 15 в виде круглых дисков, собранных на общей оси 12, толщиной 0,32 мм. Диски имеют центральное отверстие для подвижной оси по форме ее поперечного сечения и четыре симметрично расположенных окна. Между ними устанавливаются промежуточные стальные пластины 16 толщиной 0,09 мм с отверстием под ось и четырьмя симметрично расположенными наружными выступами. Между основными пластинами сбоку устанавливаются трапециевидные очистительные пластины 17 толщиной 0,07 мм, собранные на боковом неподвижном стержне 25 квадратного сечения.

Подвижная ось с основными пластинами установлена на двух опорах. Одной является крышка 6 фильтра с сальником, другой — стальная направляющая чашка 20, связанная через концевой 21 и опорный 19 диски с распорной пластиной, зафиксированной от проворачивания боковым стержнем квадратного сечения и двумя диаметрально расположенными неподвижными тяга-



Р и с. 16. Детали фильтра МФМ-25.

1 — гайка сальника; 2 — набивка сальника; 3 — кольцо сальника; 4 — скоба оси; 5 — упорная шайба; 6 — крышка фильтра; 7 — стакан; 8 — пружина клапана; 9 — шарик клапана; 10 — седло клапана; 11 — трубка передусикового клапана; 12 — ось; 13 — рукоятка оси; 14 — опорная пластина; 15 — основная пластина; 16 — промежуточная пластина; 17 — очистительная пластина; 18 — распорная пластина; 19 — опорный диск; 20 — направляющая чашка; 21 — концевой диск; 22 — замок; 23 — гайка; 24 — стержень круглого сечения; 25 — стержень квадратного сечения

ми 24 (шпильками). Весь пакет фильтра закреплен на подвижной оси гайкой с пластинчатым замком 22.

Направляющая очистительных пластин одним концом ввернута в тело крышки, другим концом закреплена в распорной пластине и концевой цилиндрической заточкой входит в отверстие в дне колодца на задней крышке картера, фиксируя правильное положение фильтра.

Выступающий из крышки фильтра наружный конец подвижной оси имеет радиальное отверстие, в которое туго посажен вороток 13 (стальной цилиндрический стержень), за который можно повернуть ось с собранными на ней пластинами. В этом случае неподвижные пластины (ножи) очищают грязь с основных пластин — этим осуществляется очистка фильтра без снятия его с двигателя.

Алюминиевая крышка фильтра имеет фланец с отверстиями под шпильки крепления фильтра к корпусу нагнетателя, сквозное отверстие для прохода оси с резьбой под гайку сальника и три отверстия с резьбой для крепления двух направляющих стержней (шпилек) и направляющей очистительных пластин.

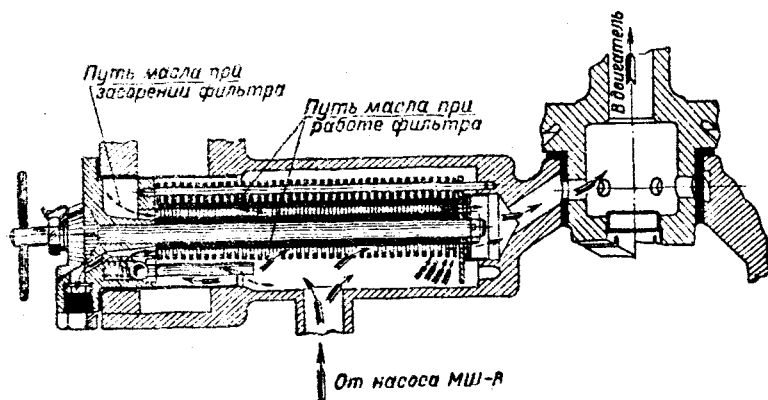
На цилиндрической части крышки плотно надет и закреплен штифтом дюралюминиевый стакан 7, доходящий примерно до половины фильтрующей части.

Крышка имеет полость для перепуска масла через перепускной клапан в случае значительного засорения фильтра.

Перепускной клапан состоит из шарика 9, пружины 8 и седла 10, ввернутого в колодец крышки фильтра. С повышением разности давления до 2,5-3,0 кг/см<sup>2</sup> (разность давлений чистого фильтра 0,1-0,5 кг/см<sup>2</sup>) масло через него поступает в двигатель, обходя фильтр.

К перепускному клапану масло поступает через стальную трубку 11 полукруглого сечения, закрепленную на одном из цилиндрических стержней. Со стороны правой верхней части колодца, где наименее загрязненное масло, в трубке сделано радиальное отверстие подвода масла к перепускному клапану.

Масло от маслососа МШ-8М (рис. 17) поступает в колодец фильтра, проходит через зазоры между пластинами (в направлении снаружи внутрь) во внутренние каналы, образованные окнами основных пластин, затем во внутреннюю полость вала привода агрегатов через радиальные отверстия и далее в масляную полость коленчатого вала.



Р и с. 17. Схема работы фильтра МФК-25

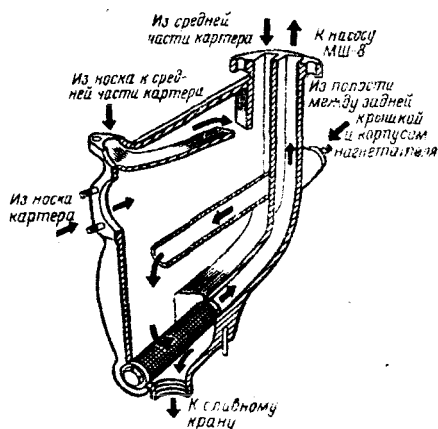
В связи с установкой на масляный насос центрифуги ТЦМ-25 для улучшения очистки моторного масла от механических примесей конструкция корпуса МШ-8М изменена. Штуцер подвода масла в нагнетающую ступень установлен на левой боковой стенке и вместо задней крышки корпуса насоса устанавливается фланец центрифуги. Штуцером отвода масла является валик центрифуги. Изменена конструкция редукционного клапана.

Основные технические данные насоса не изменились.

### 1.6.3. Масляный отстойник

Отстойник предназначен для слива масла из внутренних полостей картера, что значительно облегчает откачку его из двигателя.

Отстойник (рис. 18) установлен между цилиндрами №5 и 6. В его верхней части имеются два фланца для крепления к нижним фланцам носка



Р и с. 18. Масляный отстойник

картера и корпуса нагнетателя. Задний фланец имеет два отверстия: правое — для слива масла из задней части среднего картера и левое — для откачки масла из отстойника. Полости слива и откачки разделены перегородкой и сетчатым фильтром.

К фланцу на передней стенке отстойника крепится патрубок для слива масла из носка картера.

На задней стенке отстойника имеется прилив для установки труб (наружной и внутренней)

слива масла из полости между задней крышкой картера и корпусом нагнетателя. На этой же стенке установлены две шпильки для крепления межцилиндрового дефлектора цилиндров №5 и 6.

Сетчатый фильтр состоит из резьбовой пробки с шестигранной головкой под ключ, сетки и кольца, входящего в цилиндрическую расточку канала откачки масла.

В нижней части отстойника имеются прилив с резьбовым отверстием для установки сливного крана и бобышка с резьбовой втулкой под винт крепления дефлектора.

#### 1.6.4. Центрифуга ТЦМ-25

Для улучшения очистки масла от механических примесей и уменьшения износа трущихся деталей на двигателе устанавливается центрифуга ТЦМ-25 (рис. 19).

Центрифуга состоит из валика 1, приводимого во вращение от маслонасоса МШ-8М, пакета стальных конических пластин (тарелочек) 18, колпака 6, закрепленных на валике, и корпуса 5.

В левую полость валика поступает масло из откачивающей ступени насоса. Через окна в стенке валика масло входит в колпак 6 и вращается вместе с ним. Находящиеся в масле механические частицы за счет центробежных сил оседают на стенке колпака. В правую полость по зазорам между коническими тарелочками и через окна в стенках валика поступает очищенное масло, которое через штуцер (на рис. 18 закрытый заглушкой 15) корпуса 5 направляется в радиатор. На конусных тарелочках оседают более мелкие частицы.

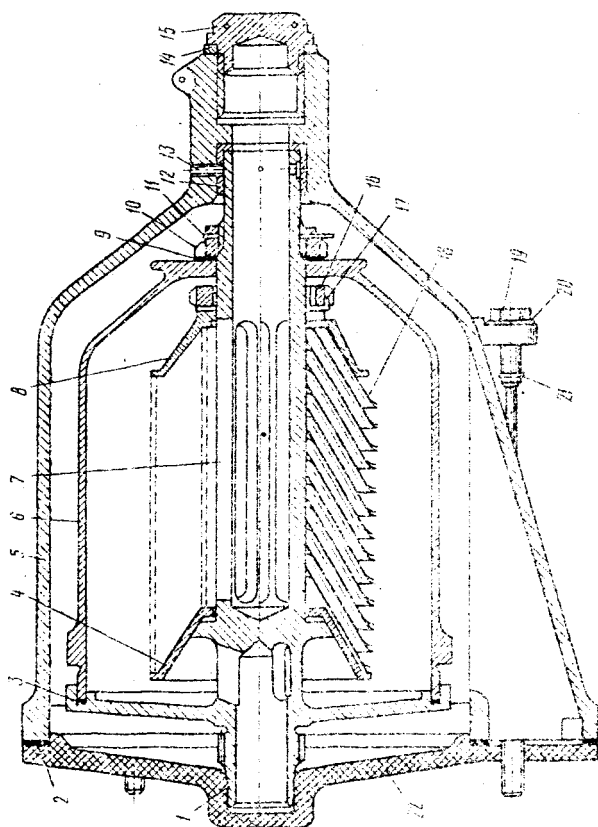
В нижней части корпуса 5 имеется штуцер для слива масла, проникшего в полость между корпусом и колпаком через опоры валика 1, в трубу для откачки масла из маслоотстойника.

#### 1.6.5. Фильтр-сигнализатор появления стружки

Сигнализатор (рис. 20) состоит из стойки-контакта 11, блока пластин 12, сигнализирующей 6 и фильтрующей 8 частей.

Блок пластин состоит из латунных пластин, разделенных между собой картонными секторами-изоляторами.

Фильтр-сигнализатор включен в бортовую сеть самолета. Ток поступает по проводу 1 через стойку-контакт 11, блок пластин 12, сигнализирующую часть 6 на корпус двигателя. Электрическая сеть будет замкнута, если зазоры между всеми пластинами блока будут заполнены стружкой. В этом случае в кабине пилотов загорается сигнальная лампа.



Р и с. 19. Центробежный маслофигуляр ЦДМ-25:

- 1 — валок ротора; 2 — паранитовая прокладка; 3, 9 — прокладки; 4 — опорная тарелка; 5 — корпус; 6 — колпак; 7 — ротор;
- 8 — фиксирующая тарелочка; 10 — гайка; 11 — контргайка; 12 — втулка корпуса; 13 — ступица винта; 14 — прокладка;
- 15, 22 — шайбы; 16 — гайка; 17 — пластмассовое контровочное кольцо; 18 — блок тарелочек; 19 — болт крепления центрифуги; 20 — шайба; 21 — предохранительное кольцо





## **2. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ТОПЛИВОМ**

### **2.1. СХЕМА ПИТАНИЯ ТОПЛИВОМ ДВИГАТЕЛЯ АИИ-62ИР**

На самолете Ан-2 бензин заливается через заправочные горловины 5 (рис. 21) в консольные баки 4, расположенные во внутренней полости верхнего крыла. По трубопроводам самотеком через четырехходовой кран 7 (из правой, левой или одновременно из обеих групп баков), фильтр-отстойник 9, противопожарный кран 10 бензин поступает во входной патрубок бензонасоса 11 БНК-12БК.

Часть топливной системы до бензонасоса относится к самолету и изучается в курсе "Конструкция самолета Ан-2".

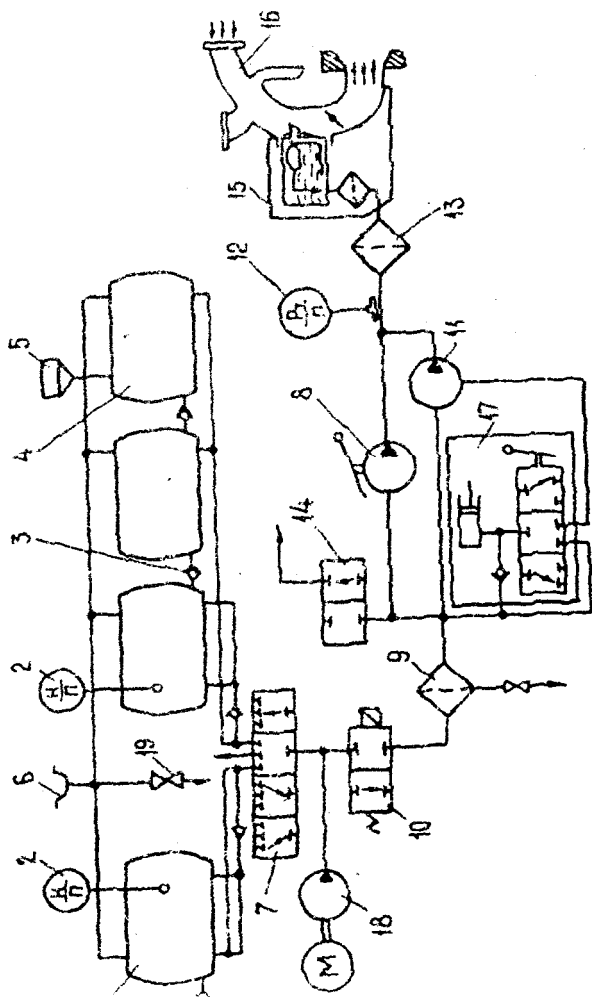
Система питания, относящаяся к двигателю, состоит из бензонасоса БНК-12БК, трех топливных фильтров (фильтр тонкой очистки 13 капсульного типа и двух сетчатых фильтров на входе в каждую поплавковую камеру карбюратора) и карбюратора 15 АКМ-62ИРА.

Из топливного насоса 11 под относительным давлением 0,25-0,35 кг/см<sup>2</sup> бензин через фильтр тонкой очистки 13 и сетчатые фильтры карбюратора поступает в поплавковые камеры последнего. Во время работы двигателя бензин из поплавковых камер через жиклеры вытекает в смесительные камеры, где смешивается с воздухом и, пройдя нагнетатель, поступает в цилиндры двигателя.

### **2.2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА КАРБЮРАТОРА АКМ-62ИРА**

#### **2.2.1. Назначение, устройство и принцип работы**

Карбюратор предназначен для приготовления бензиновоздушной смеси заданного оптимального состава для каждого режима работы двигателя. Карбюратор АКМ-62ИРА автоматически поддерживает заданный состав смеси при изменении высоты полета (давления) и температуры наружного воздуха, позволяет вручную в полете обеднять или обогащать смесь в случае отказа автоматической части высотного корректора или с целью уменьшения расхода топлива и обеспечивает ручное выключение подачи топлива для останова двигателя.

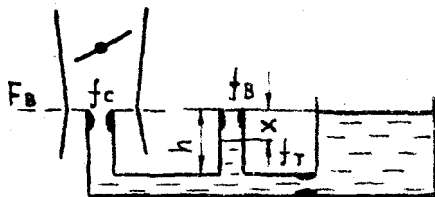


Р и с. 21. Приводная система питания топливом двигателя АШ-62ИРА.

1 — корпус (расходомера) баки; 2 — топливостан; 3 — обратные клапаны; 4 — конусный бак; 5 — запорный горючего; 6 — дренажная система; 7 — четырехходовой кран; 8 — ручной топливный насос НР-01; 9 — фильтр-отстойник; 10 — перевертыватель (пропульсаторный) кран; 11 — бетонососос БНК-12БК; 12 — топливный манометр; 13 — фильтр топливной системы; 14 — электромагнитный кран разжижения масла ЭЖР-3; 15 — карбюратор АКМ-62ИРА; 16 — воздухопрямитель карбюратора; 17 — запорный клапан; 18 — БНК-4; 19 — сливной кран дренажной системы

Карбюратор АКМ-62ИРА поплавковый (поддержание постоянного перепада давления перед жиклерами обеспечивается поплавковым механизмом с двумя поплавковыми камерами), четырехдиффузорный (с четырьмя смесительными камерами), перевернутого типа (с расположением топливных жиклеров и диффузоров над дроссельными заслонками и движением топливо-воздушной смеси сверху вниз).

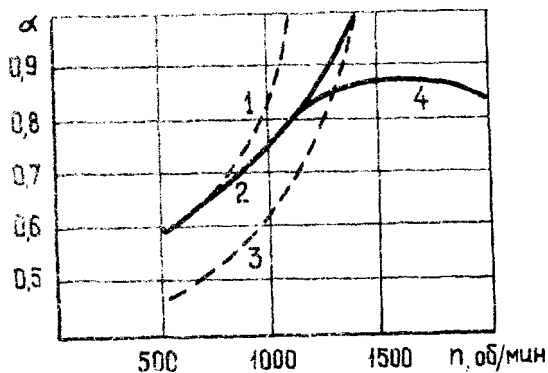
АКМ-62ИРА выполнен по схеме пульверизационного (эмульсионного) карбюратора (рис. 22). Схема характерна тем, что



Р и с. 22. Схема эмульсионного карбюратора

топливо из жиклера  $f_T$  поступает не в диффузор  $F_B$  через  $f_C$ , а в промежуточную камеру, в которую через жиклер  $f_B$  поступает воздух. Разрежение в этой камере меньше, чем в диффузоре, и зависит от соотношения между площадями проходных сечений жиклеров  $f_B$ ,  $f_C$  и  $f_T$ .

С увеличением частоты вращения двигателя (с увеличением расхода воздуха через карбюратор) топливо-воздушная смесь после карбюратора обедняется из-за увеличения расхода воздуха через жиклер  $f_B$ , тормозящего истечение топлива через жиклер  $f_T$  (пневматическое торможение топлива). В результате расход топлива при увеличении  $G_B$  практически остается постоянным. Следует отметить, что количество подсосываемого воздуха через жиклер  $f_B$  приблизительно пропорционально отношению  $f_B / F_B$  — в реальных эмульсионных карбюраторах эта величина примерно равна 1/200, что не влияет на изменение состава смеси. Другими словами — по мере открытия дроссельной заслонки разрежение в промежуточной камере (например, в колоде системы малого газа) падает менее интенсивно, чем у выходной форсунки, и бензин поступает через бензиновый жиклер более равномерно — смесь по мере увеличения частоты вращения коленвала обедняется более полого (кривая 2 на рис. 23) и на большем диапазоне оборотов ее фактический состав совпадает с потребным (кривая 4).



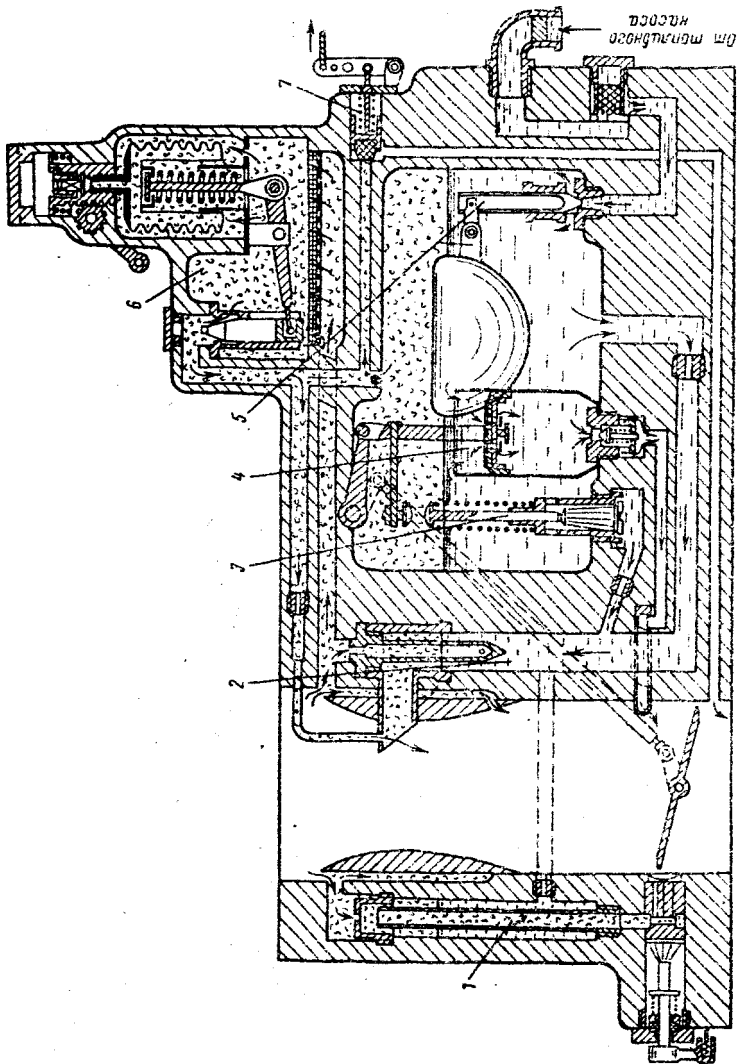
Р и с. 23. Зависимость состава смеси, приготовляемой системой малого газа, от частоты вращения двигателя.

1 — состав смеси без воздушного жиклера; 2 — с воздушным жиклером; 3 — без воздушного жиклера; 4 — с меньшим по диаметру топливным жиклером системы малого газа

Кроме того, первичное смешение бензина с воздухом в промежуточной камере, в которую воздух через жиклер  $f_B$  входит со скоростью в десятки раз большей скорости движения бензина, значительно ускоряет испарение бензина и способствует образованию более однородной смеси.

Роль воздушного жиклера особенно велика при работе двигателя сразу после запуска, т. к. в это время скорость движения смеси во всасывающей системе мала и бензин распыляется и испаряется недостаточно интенсивно. Это приводит к опасности переобеднения смеси за счет конденсации паров бензина при соприкосновении их с холодными стенками смесительных камер.

Основными узлами карбюратора (рис. 24) АКМ-62ИРА является: поплавковый механизм 5, система малого газа 1, главная дозирующая система 2, система экономайзера 3, автоматический высотный корректор 6 с механизмом ручного управления, ускорительная система (насос приемистости) 4 и система останова двигателя (стоп-кран) 7.



Р и с. 24. Принципиальная схема карбюратора АКМ-62ИРА.

- 1 — скотелма малото газа;
- 2 — главна дотворукаща система;
- 3 — жетовий игла;
- 4 — плувак;
- 5 — полумеханизъм на плувака;
- 6 — висотен коректор;
- 7 — краен останък.

### 2.2.2. Поплавковый механизм

Поплавковый механизм обеспечивает постоянный уровень топлива в поплавковой камере, определяющий (вместе с атмосферным давлением в надтопливном пространстве камеры) величину перепада давлений на топливных жиклерах.

Карбюратор имеет два поплавковых механизма 5 на рис. 24, состоящих из поплавковых камер, пустотелых поплавков, изготовленных из латуни, и игольчатых клапанов. Каждый поплавок с помощью штифта соединяется с игольчатым клапаном и имеет возможность при всплытии поворачиваться относительно оси, расположенной между поплавком и клапаном.

По мере заполнения поплавковой камеры бензином поплавок всплывает и при достижении уровня определенной величины игольчатый клапан садится на седло гнезда, перекрывая поступление бензина. При работе двигателя поплавок опускается вместе с уровнем, игла поднимается над седлом и в поплавковую камеру поступает бензин.

Уровень бензина в поплавковой камере изменяется в зависимости от его расхода, но не более, чем на 1 мм, что не отражается на качестве приготовляемой смеси.

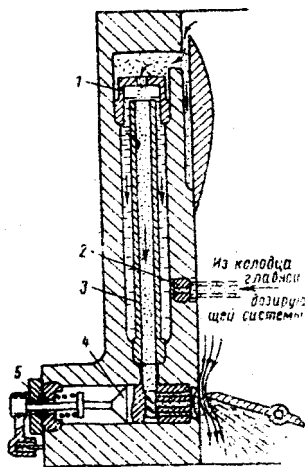
При избыточном давлении под игольчатым клапаном  $0,25-0,35 \text{ кг/см}^2$  в поплавковой камере поддерживается уровень бензина на  $21,5 \pm 1$  мм ниже плоскости разъема корпуса и крышки карбюратора.

### 2.2.3. Система малого газа

Система малого газа (рис. 25) обеспечивает приготовление топливовоздушной смеси в процессе запуска на режимах от 500 до 1000 об/мин и обеспечивает совместно с главной дозирующей системой плавный переход с малых на средние обороты. При частоте вращения 1350 об/мин подача топлива в двигатель через эту систему прекращается.

Карбюратор имеет четыре одинаковые системы малого газа, работающие параллельно в четырех смесительных камерах. Каждая поплавковая камера обслуживает две системы малого газа.

Система малого газа состоит из форсунки 4 с регулировочным рычагом, трубки 3, воздушного жиклера 1 и топливного жиклера 2.



Р и с. 25. Приципальная схема и работа системы малого газа: 1 — воздушный жиклер диаметром 1,3 мм; 2 — топливный жиклер диаметром 1,38 мм; 3 — трубка; 4 — форсунка; 5 — сальник

Разрежение передается через форсунку и трубку в верхнюю часть колодца малого газа. Под его действием бензин в колодце поднимается до верхнего среза трубки, смешивается с воздухом, поступающим через воздушный жиклер системы малого газа, и в виде бензиновоздушной эмульсии через форсунку выходит в смесительную камеру, где происходит вторичное смешение бензина с воздухом, сопровождающееся более интенсивным его распылением.

При плохом распыле топлива получается "сырая смесь" — жидкое топливо выпадает из смеси на стенки всасывающего трубопровода и течет в виде пленки. Это приводит к неравномерности распределения топлива по цилиндрам, ухудшению процесса горения, потере мощности и экономичности.

Открытие заслонки сопровождается увеличением частоты вращения коленвала двигателя, расхода воздуха и уменьшением разрежения в системе малого газа, что приводит к уменьшению расхода бензина и обеднению смеси.

При достижении 1350-1400 об/мин истечение бензина из жиклера малого газа прекращается и при дальнейшем увеличении частоты вращения через систему малого газа в обратном (по сравнению

Система работает следующим образом.

На неработающем двигателе топливо из поплавковой камеры через главный топливный жиклер системы малого газа заполняет полость вокруг трубки колодца малого газа до уровня бензина в поплавковой камере.

В момент запуска и в процессе работы двигателя на режиме малого газа дроссельная заслонка закрыта, между нею и стенкой смесительной камеры в месте расположения форсунки малого газа остается небольшая щель, через которую с большой скоростью проходит воздух, создавая значительное разрежение на срезе форсунки.

с движением топлива) направлении начинает двигаться воздух, поскольку разрежение в колодце главной дозирующей системы становится больше, чем в колодце системы малого газа.

Примерно с 1000 об/мин в работу вступает главная дозирующая система, через которую в смесительную камеру поступает дополнительное количество бензина, предотвращающее дальнейшее (по частоте вращения) обеднение смеси.

Количество смеси на режиме малого газа регулируется поворотом форсунок. При этом изменяется положение уступа (рис. 25) на ее торце относительно направления движения воздуха в смесительной камере. Одновременно изменяется положение калиброванных отверстий форсунки относительно самой щели, т. е. места наибольшего разрежения.

При положении форсунки уступом против потока (верхнее положение на рис. 26) верхнее отверстие большего диаметра удалено от щели и у всех трех отверстий создается подпор. Разрежение в колодце малого газа уменьшается и смесь обедняется. Поворот уступа по потоку (нижнее положение на рис. 26) создает за ним дополнительное завихрение, приводящее к повышению разрежения у отверстий форсунки. Калиброванное отверстие большего диаметра оказывается в зоне максимального разрежения — в результате смесь обогащается.

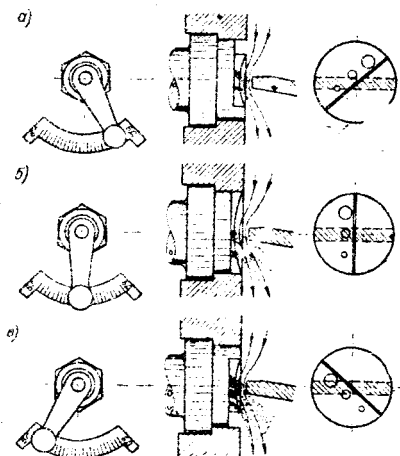


Рис. 26. Регулирование состава смеси на режиме малого газа: а — предельно бедная смесь; б — нормальная смесь; в — предельно богатая смесь

#### 2.2.4. Главная дозирующая система

Главная дозирующая система совместно с системой малого газа обеспечивает переход с малых оборотов на средние (с 1000 до 1350-1400 об/мин), приготовление смеси требуемого состава на сред-



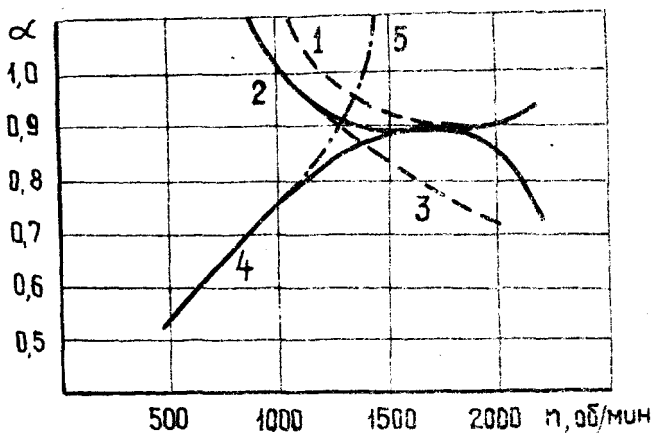


Рис. 27. Зависимость состава смеси, приготовляемой главной дозирующей системой, от частоты вращения двигателя: 1 — состав смеси с меньшим по диаметру топливным жиклером; 2 — с воздушным жиклером и нормальным топливным; 3 — без воздушного жиклера; 4 — потребный состав смеси; 5 — состав смеси, приготовляемый системой малого газа

них оборотах (до 1850-1900 об/мин) и совместно с системой экономайзера обогащение смеси на больших оборотах (рис. 27).

Каждая смесительная камера карбюратора имеет свою главную дозирующую систему. Две главные дозирующие системы обслуживаются одной поплавковой камерой.

Главная дозирующая система (рис. 28) состоит из колодца с главным топливным жиклером 4 диаметром 3,1-3,3 мм и распылителя 3. В корпус распылителя ввернута латунная пробка, к одной стороне которой припаяна трубка 2 с четырьмя отверстиями, а в другую сторону ввернут воздушный жиклер 1 диаметром 1,8 мм. Воздух к жиклеру поступает через полость в крышке из пространства за диффузором.

Главная дозирующая система вступает в работу тогда, когда скорость движения воздуха в суженной части диффузора становится наибольшей (примерно при 1000 об/мин). Под действием возникшего разрежения в диффузоре, передаваемого через распылитель, топливо из поплавковой камеры через главный топливный жиклер поднимается в колодец до уровня выходного отверстия распылителя и поступает в смесительную камеру карбюратора.

Одновременно через воздушный жиклер воздух вытесняет топливо из трубки и, выходя через нижние отверстия в ней, предварительно смешивается с топливом в колодце главной дозирующей системы, образуя эмульсию. На выходе из распылителя эмульсия еще раз смешивается с воздухом в диффузоре и, пройдя через открытые дроссельные заслонки, поступает в нагнетатель.

При числе оборотов выше 1350-1400 в минуту давление у торца форсунки системы малого газа и в ее колодце становится больше, чем в колодце главной дозирующей системы. Через воздушный и топливный жиклеры системы малого газа в главную дозирующую систему начинает поступать воздух из атмосферы, что обеспечивает дополнительное смещение топлива с воздухом в колодце главной дозирующей системы.

Воздушный жиклер в главной дозирующей системе (так же, как и в системе малого газа) служит для торможения истечения топлива из главного топливного жиклера и улучшения перемешивания топлива с воздухом.

На частоте вращения большей 1850-1900 об/мин главная дозирующая система обеспечивает необходимый состав смеси при совместной работе с системой экономайзера.

### 2.2.5. Система экономайзера

Система экономайзера предназначена для обогащения смеси на большой частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Экономайзер вступает в работу при открытии дроссельных заслонок на угол  $16^{\circ}30'$ , соответствующий 1850...1900 об/мин (на земле

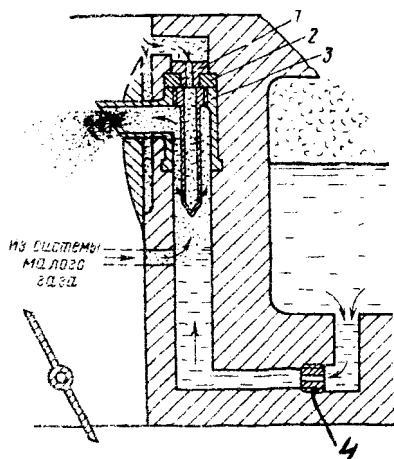
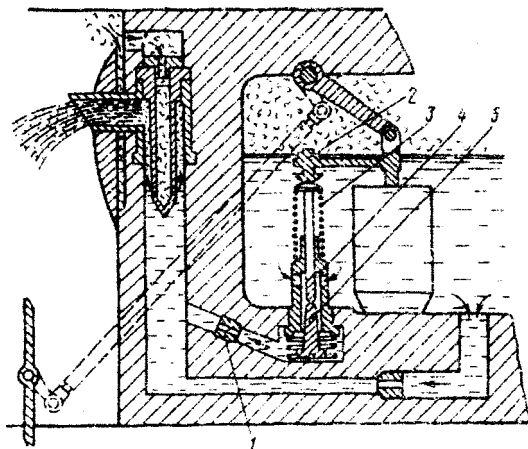


Рис. 28. Принципиальная схема и работа главной дозирующей системы: 1 — воздушный жиклер; 2 — трубка воздушного жиклера; 3 — распылитель; 4 — бензиновый жиклер

при малом шаге винта). Жиклеры системы экономайзера установлены в каналах корпуса карбюратора, сообщающих два колодца главной дозирующей системы с полостью под клапаном экономайзера.

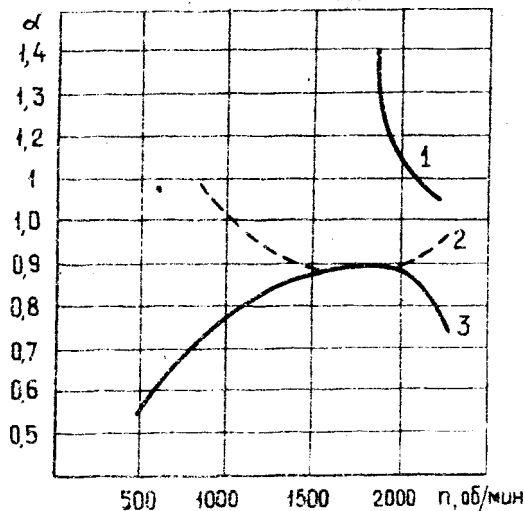
Система состоит (рис. 29) из конического клапана 5, направляющей 4, ввернутой в корпус карбюратора, пружины 3, удерживающей клапан в закрытом положении, и двух топливных жиклеров 1 диаметром 3,3 мм. Открытие клапана связано с открытием дроссельных заслонок и регулируется винтом 2, ввернутым в рычаг, укрепленный на штоке поршня приемистости.



Р и с. 29. Принципиальная схема и работа экономайзера: 1 — жиклер экономайзера; 2 — регулировочный винт; 3 — пружина; 4 — направляющая клапана с гнездом; 5 — клапан

При открытии дроссельных заслонок на угол  $16^{\circ}30'$  регулировочный винт 2 нажимает на шток клапана 5 и дополнительное топливо из правой поплавковой камеры через открытый клапан поступает в два правых колодца главной дозирующей системы.

Общий коэффициент избытка воздуха (рис. 30) при совместной работе двух систем  $1/\alpha_2 = 1/\alpha_{ос} + 1/\alpha_{эж}$  уменьшается до 0,6-0,7 на режиме 2200 об/мин.



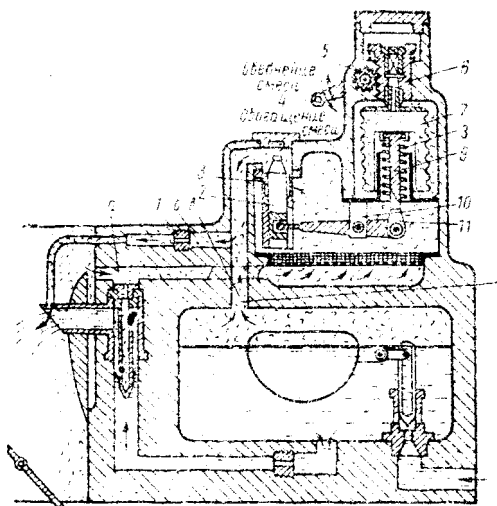
Р и с. 30. Зависимость состава смеси, приготовляемой главной дозирующей системой совместно с экономайзером: 1 — состав смеси экономайзера; 2 — состав смеси главной дозирующей системы; 3 — состав смеси при совместной работе главной дозирующей системы и экономайзера

### 2.2.6. Высотный корректор

Высотный корректор карбюратора АКМ-62ИРА является автоматическим устройством, поддерживающим заданный состав смеси при изменении высоты полета (давления воздуха) и температуры воздуха, т. е. корректирующим состав смеси по плотности воздуха, проходящего через карбюратор. Кроме того, высотный корректор позволяет изменять состав смеси вручную в полете.

Высотный корректор устанавливается на крышке карбюратора над левой поплавковой камерой. Основными элементами корректора (рис. 31) являются anerоид 7, тяга 9, двушлицый рычаг 11, опорная пластина 10, игла 2 с гнездом 3, механизм ручного управления 4, 5, 6. Anerоид заполнен сухим воздухом под давлением 760 мм от. ст. при температуре 15°C, что позволяет ему реагировать

на изменение и температуры, и давления. Внутренняя полость корпуса корректора через каналы крышки и корпуса карбюратора сообщена с задифузорным пространством и надтопливным пространством поплавковых камер таким образом, что последние сообщаются с атмосферой только через высотный корректор.



Р и с. 31. Принципиальная схема и работа высотного корректора: 1 — воздушный жиклер; 2 — игла; 3 — гнездо иглы; 4 — рычаг механизма ручного управления; 5 — валик с шестеренкой; 6 — рейка; 7 — aneroid; 8 — пружина; 9 — тяга; 10 — опорная пластина; 11 — двулучный рычаг; а — канал для сообщения внутренней полости корректора с задифузорным пространством; б — обводной канал; в — ответвление обводного канала

При работе двигателя воздух непрерывно отсасывается из полости корпуса высотного корректора в смесительную камеру через обводной канал б крышки карбюратора с воздушным жиклером диаметром 1,95 мм.

При уменьшении барометрического давления по сравнению с начальным и неизменной температурой происходит обогащение

смеси из-за уменьшения плотности воздуха (расход топлива через жиклеры карбюратора, определяемый перепадом давлений, обусловленным объемным расходом воздуха через диффузоры, который остается постоянным). В этом случае происходит удлинение анероида и игла поднимается вверх. Площадь проходного сечения между профилированной частью иглы и ее гнездом уменьшается. Поток воздуха через канал *б* становится недостаточным для восполнения отсоса его в распылитель и воздух дополнительно отсасывается из поплавковых камер. Это приводит к уменьшению давления в надтопливном пространстве поплавковых камер и перепаду на топливных жиклерах карбюратора. В результате уменьшается расход топлива и прекращается обогащение смеси.

При увеличении атмосферного давления за счет увеличения плотности воздуха происходит обеднение смеси. В этом случае анероид укорачивается под действием собственных сил упругости и пружины  $\delta$ , и опускает иглу корректора, увеличивая площадь отверстия для прохода воздуха. Приток воздуха к жиклеру корректора увеличивается, и давление в поплавковых камерах повышается. Это увеличивает истечение бензина через жиклеры карбюратора и исключает обеднение смеси.

Снижение температуры воздуха приводит к увеличению его плотности и укорочению анероида с одновременным прещесением иглы вниз, т. е. высотный корректор в этом случае срабатывает аналогично увеличению атмосферного давления. Увеличение температуры сопровождается уменьшением плотности воздуха, нагревом и удлинением анероида и уменьшением расхода топлива аналогично рассмотренному выше случаю с уменьшением атмосферного давления.

Конструкция проточной части корректора и место установки в зоне интенсивного обдува его воздухом, нагретым от двигателя и имеющим почти неизменную температуру, приводят к тому, что высотный корректор карбюратора АМК-62ИРА слабо реагирует на изменение температуры входящего в двигатель воздуха. Для устранения этого недостатка корпус корректора заключен в специальный кожух воздухоприемника двигателя, соединенный с общим каналом подвода воздуха к карбюратору.

Механизм ручного управления позволяет перемещать анероид и соответственно иглу независимо от работы автоматической части, т. е. обеднять или обогащать смесь по желанию

пилота. Диапазон перемещения иглы определяется нерегулируемыми упорами корпуса корректора, ограничивающими ход рычага механизма.

Степень обеднения смеси определяется по температуре головок цилиндров, расходу топлива и по внешним признакам работы двигателя. Необходимость обеднения смеси в полете вручную определяется отказом автоматической части включения подогрева воздуха, поступающего в карбюратор, и для уменьшения расхода топлива за счет увеличения  $\alpha$  до 1,05...1,10. На земле, во время взлета и набора высоты обеднять смесь вручную не разрешается.

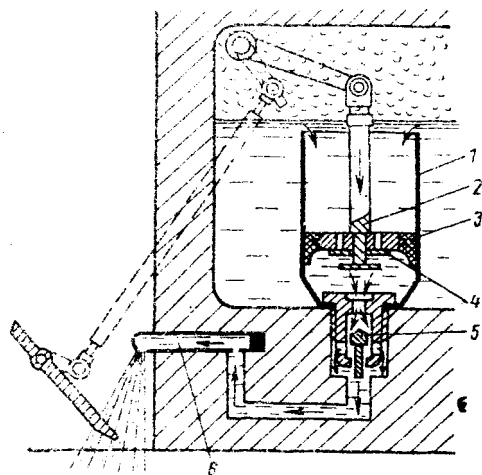
Для обеднения смеси сектор управления высотным корректором в кабине пилота перемещается вперед, для обогащения — на себя.

### 2.2.7. Ускорительная система (высος ирнемнстостн)

Ускорительная система служит для кратковременного обогащения смеси при резком открытии дроссельной заслонки с целью быстрого увеличения мощности двигателя. Скорость движения воздуха при резком уменьшении гидравлического сопротивления всасывающего тракта практически увеличивается одновременно с открытием дроссельных заслонок. Бензин обладает большей инерционностью, чем воздух, и скорость истечения его из жиклеров нарастает медленнее. В результате смесь может резко обедняться.

Основным элементом ускорительной системы (рис. 32) является поршневой насос, установленный в правой поплавковой камере. Верхний торец цилиндра 1 расположен ниже уровня топлива в поплавковой камере. Поршень 2 имеет резиновую уплотнительную манжету 3 и два отверстия для перетекания бензина между верхней и нижней полостями цилиндра при плавных перемещениях поршня (при плавном изменении положения дроссельной заслонки). При резком движении поршня насоса вниз отверстия в нем закрываются пластинчатым клапаном 4, свободно установленным под поршнем на его штоке. Предохранительный клапан 5, прижатый к седлу пружиной, под действием давления бензина под поршнем открывается и бензин через форсунку 6 в правой передней смесительной камере впрыскивается в смесительную камеру.

Наличие ускорительной системы обеспечивает переход хорошо прогретого двигателя с режима малого газа на взлетный за 2-3 секунды.



Р и с. 32. Принципиальная схема и работа ускорительной системы: 1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — манжета; 4 — пластинчатый клапан; 5 — предохранительный клапан; 6 — форсунка

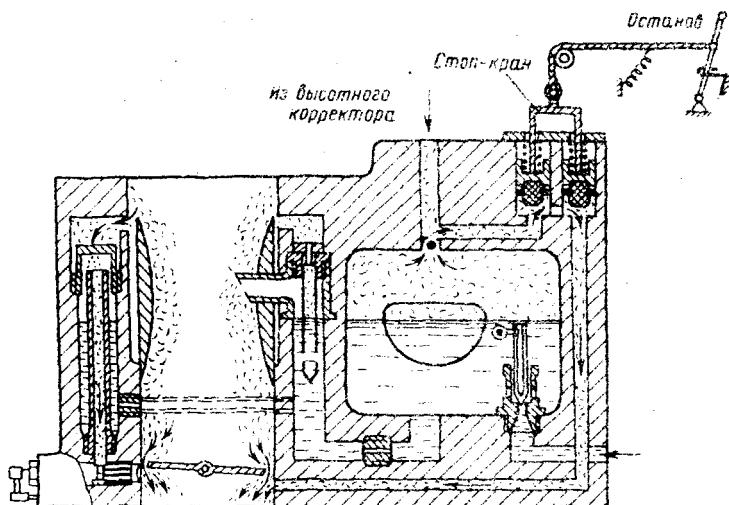
### 2.2.8. Система останова двигателя

Система останова двигателя предназначена для останова двигателя прекращения подачи топлива из карбюратора путем устранения перепада давлений в воздушных полостях поплавковых и смесительных камер.

Система останова (рис. 33) состоит из двоякого игольчатого клапана (стоп-крана), перекрывающего канал, соединяющий обе поплавковые камеры с правой передней смесительной камерой на уровне немного ниже форсунки малого газа.

Перед остановом двигателя работает на режиме, близком к режиму малого газа. При этом у канала системы останова, как и у форсунки системы малого газа, будет наибольшее разрежение. При открытии стоп-крана давление в поплавковых камерах мгновенно снижается до давления в подроссельном пространстве, перепад давлений перед жиклерами малого газа, главными топливными жиклерами и за ними исчезнет. Истечение топлива прекращается и двигатель останавливается.





Р и с. 33. Принципиальная схема и работа системы останова

## 2.3. КОНСТРУКЦИЯ КАРБЮРАТОРА

### 2.3.1. Корпус карбюратора

Карбюратор (рис. 34) состоит из корпуса и крышки, отлитых из алюминиевого сплава. В корпусе имеются четыре смесительные и две поплавковые камеры, приливы с каналами для подвода топлива и установки сетчатых фильтров 7, 13, каналы и приливы для установки деталей систем карбюратора. В передней и задней стенках корпуса имеются по два отверстия с запрессованными бронзовыми втулками для осей дроссельных заслонок. В правой поплавковой камере корпуса размещаются, кроме поплавкового механизма, экономайзер и насос приемистости.

Дроссельные заслонки укреплены на двух стальных валиках, на которых с передней стороны карбюратора расположены зубчатые секторы, входящие в зацепление друг с другом. Правый сектор насажен на эксцентриковую втулку, поворачивая которую можно установить необходимый зазор в сцеплении секторов и синхронность момента открытия дроссельных заслонок. К левому валику прикреплен рычаг для соединения с тягой, идущей из кабины. На переднем конце правой оси, выступающей из корпуса, закреплен рычаг привода к насосу приемистости и экономайзеру.

Полное открытие дроссельных заслонок контролируется упором левого сектора в нерегулируемый ограничитель, ввернутый в корпус. Ограничение прикрытия заслонок, т. е. регулировка частоты вращения на режиме малого газа, осуществляется регулировочным винтом на левом секторе.

Диффузоры плотно посажены в смесительные камеры и закреплены винтами.

Крышка карбюратора крепится к корпусу при помощи шпилек и закрывает поплавковые камеры и воздушные жиклеры. К крышке крепятся воздушный заборник карбюратора и высотный корректор, соединенный каналами с поплавковыми камерами. Обводной канал крышки имеет два отверстия: для соединения полости высотного корректора, поплавковых камер с распылителем левой передней смесительной камеры и для сообщения поплавковых камер со стоп-краном.

### 2.3.2. Фильтр тонкой очистки

Фильтр капсульного типа (рис. 35) состоит из корпуса с двумя штуцерами, набора фильтрующих элементов 2 и крышки 3. Для перепуска топлива в карбюратор в случае засорения фильтра установлен обратный клапан 4-б.

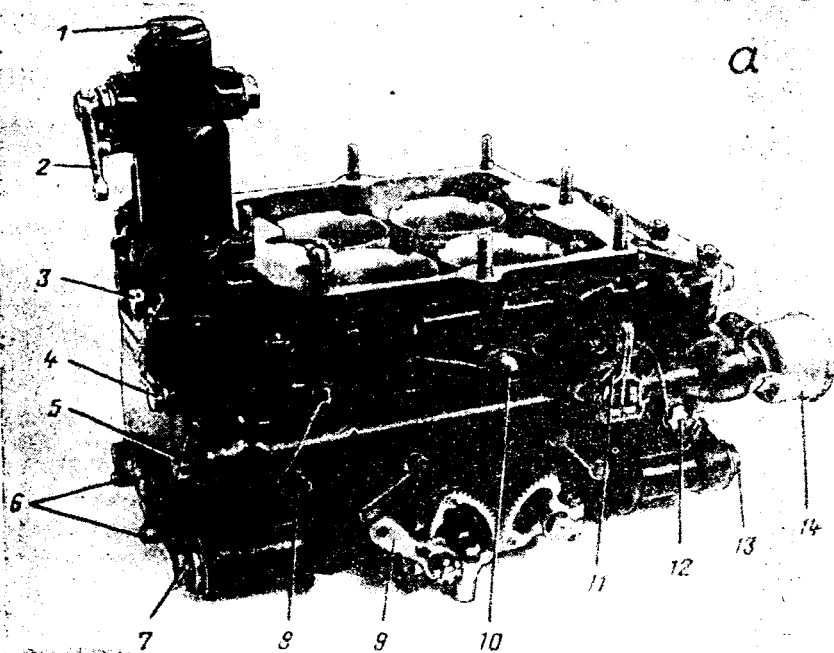
Фильтр устанавливается в корпус карбюратора с зазором между гайкой 12 и корпусом фильтра (при положении топливного штуцера под углом 45° вверх от двигателя) не более 1,5 мм. Под гайку ставится резиновое уплотнительное кольцо 11.

### 2.3.3. Поплавковый механизм

В поплавковых камерах размещается по одному поплавку 1 (рис. 36). С одной стороны к нему припаян рычаг с втулкой под ось 2, служащий для подвески иглы 4.

Игла соединена с рычагом поплавка через эксцентриковую втулку 3. Рычаг соединяется с иглой через пружину, что позволяет ей самоустанавливаться в гнезде.

Гнездо 5 с запрессованным в него седлом иглы имеет четыре радиальных отверстия для прохода бензина в поплавковую камеру. Зубчатый буртик гнезда контрится замком 6, который крепится к дну камеры винтом. Между гнездом и корпусом карбюратора поставлена прокладка, с помощью которой регулируется уровень топлива в поплавковых камерах.

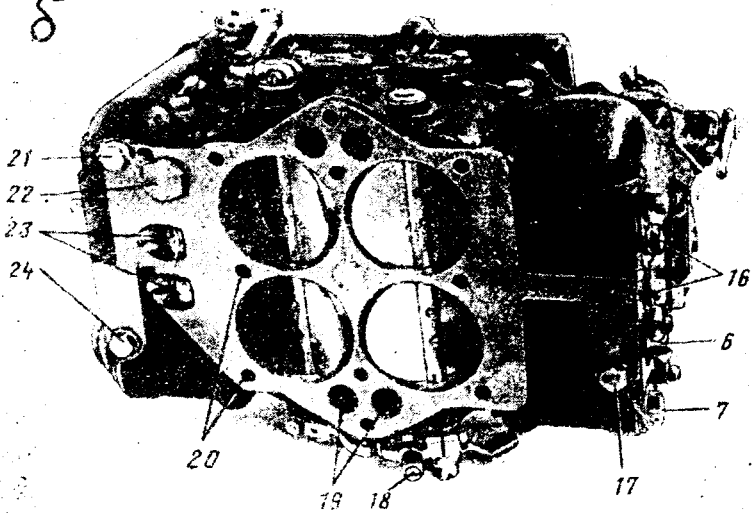


Р и с. 34. Карбюратор АКМ-52ИР.

а — вид сверху;

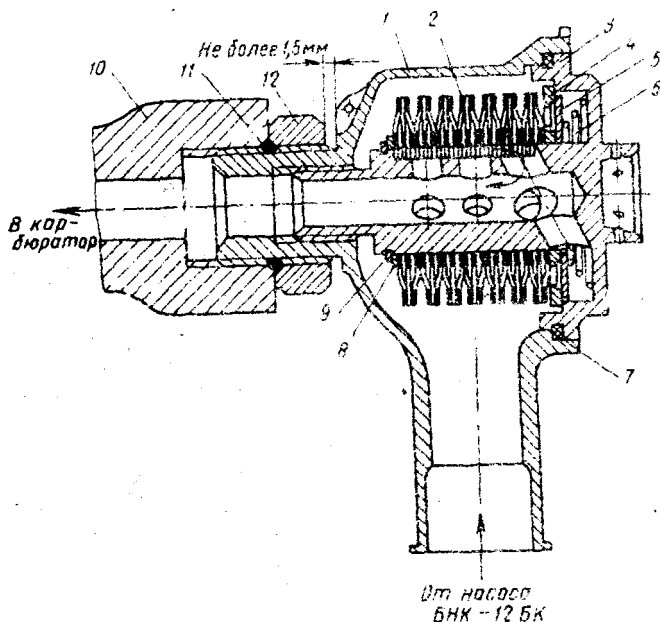
1 — пробка хвостовика анероида; 2 — рычаг ручного управления; 3 — пробка жиклера; 4 — ось поплавка; 5 — технологическая заглушка канала подвода бензина к левой поплавковой камере; 6 — рычаги форсунок малого газа; 7, 13 — топливные фильтры; 8, 12 — пробки топливных жиклеров малого газа; 9 — рычаг управления дроссельными заслонками; 10 — штуцер слива конденсата из полости между диффузорами и крышкой; 11 — рычаг механизма останова; 14 — штуцер подвода бензина с фильтром тонкой очистки;

δ

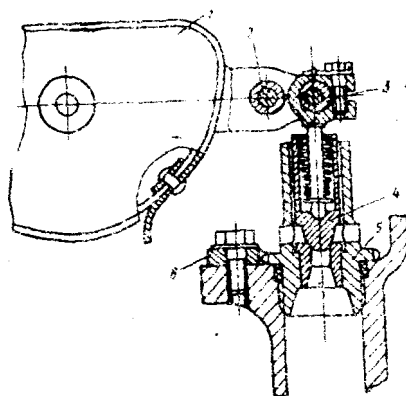


6 — вид снизу;

16 — пробки главных топливных жиклеров; 17, 24 — сливные пробки; 18 — регулировочный винт оборотов малого газа; 19 — каналы подвода выхлопных газов для обогрева дроссельных заслонок и их осей (на самолете Ан-2 не используются); 20 — отверстия под шпильки крепления к переходнику карбюратора; 21 — пробка клапана насоса приемистости; 22 — пробка клапана экономайзера; 23 — пробки топливных жиклеров экономайзера



Р и с. 35. Фильтр тонкой очистки карбюратора: 1 — корпус фильтра; 2 — фильтр; 3 — крышка корпуса; 4 — диск; 5 — клапан; 6 — пружина; 7, 11 — резиновые кольца; 8 — прокладка; 9 — опорное кольцо; 10 — корпус карбюратора; 12 — гайка



Р и с. 36. Подплавающий механизм карбюратора: 1 — поплавок; 2 — ось поплавка; 3 — эксцентриковая игла; 4 — иголка; 5 — гнездо иголки; 6 — замок гнезда

### 2.3.4. Система малого газа

Карбюратор имеет четыре взаимозаменяемые форсунки малого газа (рис. 37) с регулировочными рычагами, расположенные по две с правой и левой стороны нижней части корпуса карбюратора.

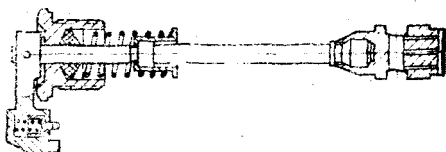
Форсунка представляет собой цилиндрический кран, установленный в канале корпуса карбюратора.

От продольных перемещений форсунка закреплена гайкой с пробковым сальником, которая для создания необходимого уплотнения при помощи шайбы, пружины и стакана упирается в выступ штока форсунки.

Головка форсунки туго посажена на стальную ось. На наружном конце оси штифтом закреплён рычаг поворота форсунки с фиксатором, предохраняющим форсунку от самопроизвольного проворачивания.

На головке форсунки имеется кольцевая канавка, соединенная радиальным отверстием с тремя калиброванными отверстиями диаметром 0,8; 0,9 и 1,5 мм.

Четыре трубки, четыре воздушных и топливных жиклера ввернуты в корпус карбюратора.



Р и с. 37. Форсунка малого газа

### 2.3.5. Главная дозирующая система

Система (рис. 28) состоит из четырех колодцев с главными топливными жиклерами 4 и четырех распылителей 3.

В корпус распылителя ввернута латунная пробка, к нижней стороне которой припаяна трубка воздушного жиклера 2 с четырьмя отверстиями, а сверху главный воздушный жиклер 1. Распылитель левой задней камеры смешительной камеры имеет дополнительное отверстие для присоединения трубки высотного корректора.

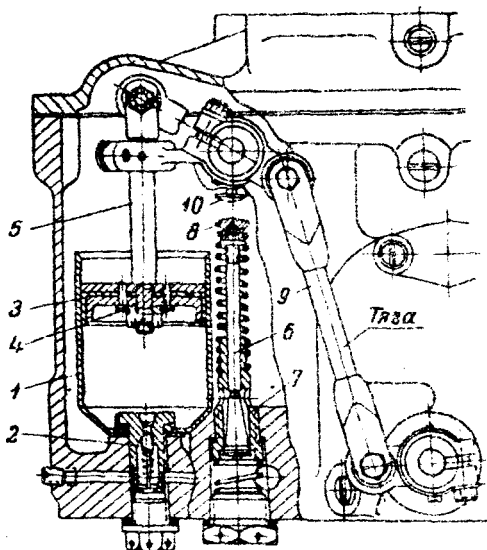
Регулирование состава смеси, приготовляемой главной дозирующей системой, производится подбором диаметров бензиновых жиклеров.

### 2.3.6. Система экономайзера

Система размещена в поплавковой камере с правой стороны карбюратора (рис. 38) и состоит из клапана 6, изготовленного из нержавеющей стали, и латунной направляющей, ввернутой в корпус карбюратора.

Клапан прижимается к седлу гнезда 7 пружиной. Открытие его связано с открытием дроссельных заслонок и регулируется винтом 10, ввернутым в рычаг, укрепленный на штоке 5 поршня насоса приемистости.

Топливо от клапана по двум каналам поступает к колодцу главных топливных жиклеров правой стороны карбюратора. В каждом канале завернуто по одному жиклеру.



Р и с. 38. Конструкция насоса приемистости и клапана экономайзера: 1 — цилиндр; 2 — клапан; 3 — поршень; 4 — обратный клапан; 5 — шток поршня; 6 — клапан экономайзера; 7 — гнездо клапана; 8 — колпачок; 9 — регулируемая тяга; 10 — регулировочный винт

### 2.3.7. Насос приемистости

Насос (рис. 38) состоит из цилиндра 1 с клапаном 2 и поршня 3, соединенного с системой управления дроссельными заслонками. Топливо из насоса поступает по каналу к форсунке 6 (см. рис. 31), запрессованной в правой передней смесительной камере. Форсунка имеет одно отверстие, через которое бензин поступает в смесительную камеру.

Поршень 3 имеет резиновую манжету и обратный клапан 4 для перепуска бензина.

### 2.3.8. Высотный корректор

Высотный корректор (рис. 39) установлен на крышке корпуса карбюратора с левой стороны и состоит из корпуса, в котором размещены его основные элементы: anerоид, тяга, рычаг и игла с гнездом 2.

В крышке карбюратора для перемещения рычага корректора имеется полость, соединенная с задиффузорным пространством (с атмосферой) через специальное окно.

Aнероид изготовлен из гофрированной латуни. При изменении его длины игла 3 через тягу и рычаг перемещается в гнезде 2.

Хвостовик anerоида имеет резьбовое соединение с рейкой. Концы хвостовика имеют квадратное сечение под ключ для регулировки положения иглы. После регулирования иглы хвостовик anerоида конгрится от проворачивания замком 10 с восьмигранным отверстием. Сверху замок прижат пружиной, обеспечивающей постоянное зацепление зуба втулки с прорезью замка.

На хвостовик anerоида надета зубчатая рейка, входящая в зацепление с зубьями оси рычага.

На правом конце зубчатой оси смонтирован фрикционный тормоз, исключающий самопроизвольное проворачивание оси при обрыве тяги ручного управления. Тормоз состоит из стальной шайбы, пружины и конической гайки, затянутой с усилием 6-8 кг/см, соответствующим моменту проворачивания валика.



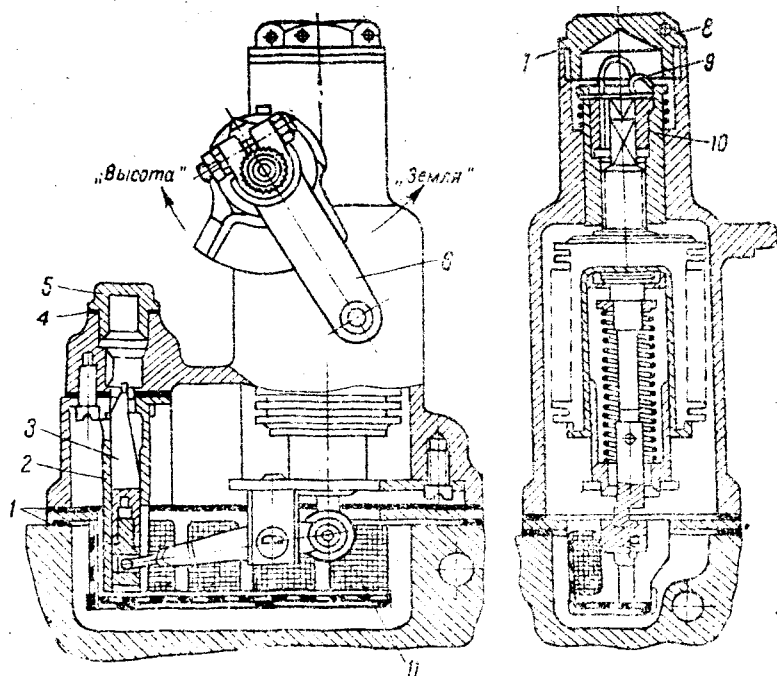
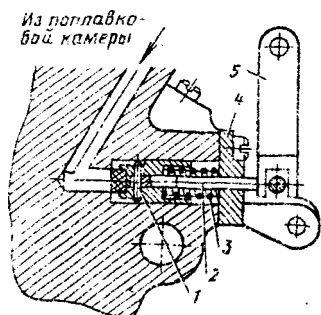


Рис. 39. Высотный корректор: 1 — прокладка; 2 — гнездо иглы; 3 — игла; 4 — прокладка; 5 — пробка; 6 — рычаг ручного управления; 7 — прокладка; 8 — пробка; 9 — стопорное кольцо; 10 — замок; 11 — сетчатый фильтр

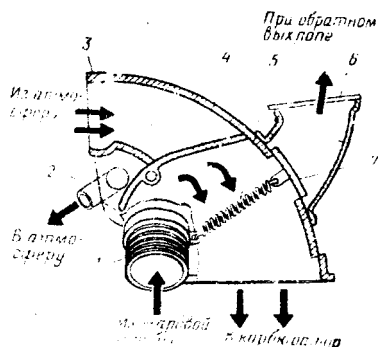
### 2.3.9. Механизм останова (стой-кран)

Стоп-кран (рис. 40) состоит из двух клапанов 1, надетых на штоки 2 и закреплённых штифтами, пружин 3, приводного рычага 5 и кронштейна 4, на котором укреплен рычаг.

На конце каждого клапана имеется резиновый наконечник. Левое гнездо клапана соединено с обеими поплавковыми камерами. Правое гнездо соединено с полостью правой смесительной камеры под дроссельной заслонкой.



Р и с. 40. Механизм останова:  
1 — клапан; 2 — шток; 3 — проушина; 4 — кронштейн; 5 — гайка  
стоп-крана



Р и с. 41. Воздухоприемник  
самолета Ан-2

## 2.4. ВОЗДУХОПРИЕМНИК КАРБЮРАТОРА АКМ-63ИРА

### 2.4.1. Конструкция воздухоприемника

Воздухоприемник (рис. 41) служит для подвода воздуха к карбюратору с наименьшими гидравлическими потерями и наименьшим лобовым сопротивлением для самолета. Кроме того, воздухоприемник обеспечивает максимальное использование скоростного напора в полете и подогрев воздуха, поступающего в карбюратор 7.

Воздухоприемник представляет собой патрубок 3, закрепленный на карбюраторе и закрытый воздухозаборником верхней крышки внешнего капота двигателя. На передней стенке закреплен кожух, к которому по двум металлическим шлангам 1 подводится горячий воздух, нагреваемый в жаровых трубах, расположенных в выхлопном коллекторе. Заслонка 4, управляемая вручную из кабины пилота, позволяет перепускать подогретый воздух либо в карбюратор, либо в атмосферу на земле и в полете с необходимыми промежуточными положениями.

С левой стороны воздухоприемника имеется кожух, закрывающий высотный корректор.

На задней стенке воздухоприемника имеется закрытое заслонкой 7 окно с патрубком 6 для уменьшения давления в воздухоприемнике при обратном выхлопе в карбюратор для отвода газов за капотное пространство.

#### 2.4.2. Использование скоростного напора

Для использования скоростного напора входное отверстие воздухоприемника выведено за капот навстречу потоку воздуха и располагается в зоне струи от винта.

Максимально возможное повышение давления воздуха на входе в карбюратор

$$\Delta P_{\max} = (a - \varphi) \frac{\rho V^2}{2}, \quad (2)$$

где  $V$  — скорость полета, м/с;  $\rho$  — плотность воздуха, кгс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $a$  — коэффициент, учитывающий увеличение скоростного надува за счет расположения воздухоприемника в струе винта. В зависимости от режима полета  $a = 1,05 - 1,20$ ;  $\varphi$  — коэффициент гидравлических потерь,  $\varphi = 0,15 - 0,30$ .

При скорости полета у земли 230 км/ч (примерно 64 м/с) и температуре воздуха +15°C (плотность  $\rho = 0,125$  кгс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>)  $\Delta P_{\max} = 1,92 - 2,69$  кг/см<sup>2</sup>.

Одновременно происходит повышение температуры воздуха за счет торможения потока перед воздухозаборником

$$\Delta T = \frac{V^2}{2010}. \quad (3)$$

Для нашего примера  $\Delta T \approx 2^\circ\text{C}$ .

Использование скоростного напора позволяет получить требуемое давление надува при меньшем открытии дроссельных заслонок карбюратора и поддерживать его постоянным до большей высоты полета. Приращение высотности двигателя при этом оценивается по формуле

$$\Delta H \approx 36 \left( \frac{V}{100} \right)^2. \quad (4)$$

При скорости 230 км/ч  $\Delta H = 190$  м. В то же время нагрев воздуха приводит к уменьшению мощности двигателя (в нашем примере примерно на 10 л. с.).

Для более эффективного использования скоростного напора нижняя кромка входного отверстия воздухоприемника поднята над капотом на 20-30 мм для слива пограничного (заторможенного) слоя и вихрей, образующихся из-за срывов его у стенок капота.

### 2.4.3. Подогрев воздуха, поступающего в карбюратор

При движении топливоздушнoй смеси от карбюратора до цилиндра двигателя происходит ее нагрев от деталей двигателя и в нагнетателе. Одновременно значительное количество тепла в потоке затрачивается на испарение бензина. Снижение температуры смеси в случае полного испарения находящегося в ней топлива может быть определено по формуле

$$\Delta t = \frac{r}{c_T \alpha l_0 c_p}, \quad (5)$$

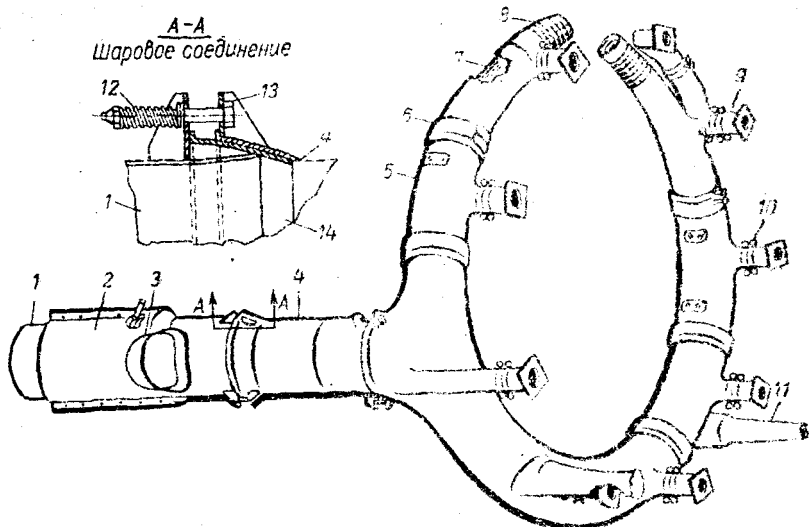
где  $r$  — скрытая теплота парообразования топлива;  $c_T$  — теплоемкость жидкого топлива;  $\alpha$  — коэффициент избытка воздуха;  $l_0$  — количество килограммов воздуха, теоретически необходимое для полного сгорания 1 кг топлива;  $c_p$  — теплоемкость воздуха при постоянном давлении.

Из формулы видно, что чем богаче смесь (меньше  $\alpha$ ), тем больше снижение температуры: для  $\alpha = 0,5$   $\Delta t = 30^\circ$ ; для  $\alpha = 1$   $\Delta t = 16^\circ$ .

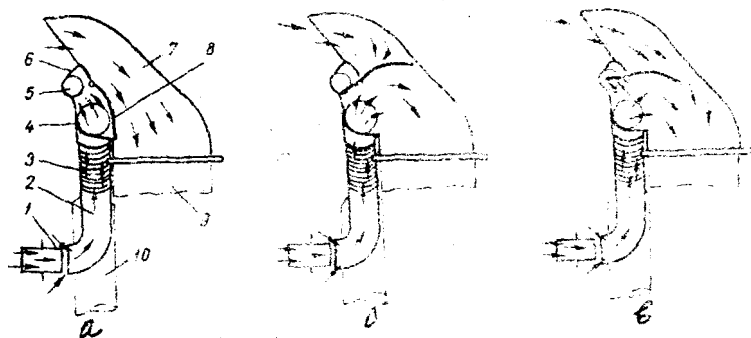
Значительное снижение температуры смеси даже при частичном испарении бензина, но при небольших (до  $+10^\circ\text{C}$ ) температурах наружного воздуха и высокой влажности приводит к выпадению из нее влаги в виде инея, который скапливается на стенках смешательных камер, диффузоров и на дроссельных заслонках.

Для предупреждения обледенения карбюратора при полетах в условиях повышенной влажности воздуха двигатель АШ-62ИР имеет устройство для подогрева воздуха, поступающего в карбюратор (рис. 42, 43).

При работе двигателя атмосферный воздух непрерывно поступает в жаровые трубы через воздухозаборники 11 (рис. 42), нагревается выхлопными газами и через гибкий шланг 8 (рис. 42) подводится в полость кожуха воздухоприемника. Подача горячего воздуха в карбюратор регулируется заслонкой 8 (рис. 43), управляемой вручную из кабины пилота. При положении сектора управления заслонкой на пульте управления в крайнем переднем



Р и с. 42. Система выпуска отработавших газов: 1 — выпускная труба; 2 — рубашка теплообменника; 3 — заборник атмосферного воздуха; 4 — патрубок; 5 — секция коллектора; 6 — стыжной хомут; 7 — жаровая труба; 8 — гибкий шланг; 9 — патрубок к выпускным окнам цилиндров двигателя; 10 — стыжной хомут; 11 — воздухозаборник жаровой трубы; 12 — болт; 13 — полуфера шарового соединения



Р и с. 43. Схема подогрева воздуха, поступающего в карбюратор: 1 — воздухозаборник; 2 — жаровая труба; 3 — гибкий шланг; 4 — отверстие для входа горячего воздуха; 5 — отверстие выходного патрубка; 6 — кожух воздухопрямника; 7 — воздухопрямник; 8 — заслонка; 9 — карбюратор; 10 — выпускной коллектор

положении (рис. 43, а) заслонка перекрывает доступ горячего воздуха из жаровых труб в карбюратор, выпуская его через патрубок 2 в атмосферу.

При крайнем заднем положении рычага заслонка полностью перекрывает доступ в карбюратор холодного воздуха (рис. 43, б). При промежуточных положениях (рис. 43, в) в карбюратор одновременно поступают оба потока воздуха. Подогрев поступающего в карбюратор воздуха контролируется по температуре топливовоздушной смеси в переходнике карбюратора.

Следует отметить, что включение подогрева приводит к снижению мощности двигателя и увеличению расхода топлива. Требуемая в полете мощность поддерживается дополнительным открытием дроссельных заслонок карбюратора.

#### 2.4.4. Отбойно-контактный пылефильтр

Пыль, попадающая во всасывающую систему двигателя с воздухом, играет существенную роль в образовании отложений на клапанах, во всасывающих трубах в смеси со смолистыми отложениями, выпадающими из бензина, и интенсифицирует процесс износа цилиндропоршневой группы. Для уменьшения количества крупных частиц пыли на самолете Ан-2 в летнее время устанавливается отбойно-контактный пылефильтр (рис. 44).

Фильтр состоит из двух сеток, установленных перед воздухозаборником. Сетки выполнены из пластин с выптампованными отверстиями, кромки которых отогнуты в одну сторону. Передняя сетка 1 работает по принципу отбойного пылефильтра. Задняя сетка 2 смочена маслом и работает по принципу контактного фильтра.

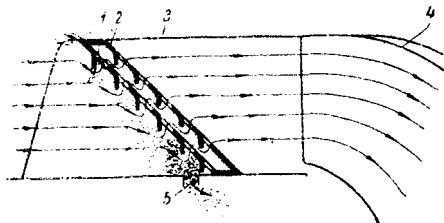


Рис. 44. Схема работы отбойно-контактного пылефильтра: 1 — пылеотбойная сетка; 2 — сетка, покрытая маслом; 3 — обтекатель воздухоприемника; 4 — воздухоприемник; 5 — пылеотводящая щель

Передняя сетка отбивает наиболее крупные частицы пыли, вылетающие под капот двигателя через пылеотводящую щель 5 и смешивается с воздухом, охлаждающим двигатель.

Более мелкая пыль, контактируя с масляной пленкой второго фильтра, прилипает к ней. Кроме того, фильтр может использоваться с сухими сетками и с обеими сетками, смоченными маслом.

**П р и н ц и п  р а б о т ы  ф и л ь т р а :**

пылефильтр выключающийся; управление ручное из кабины пилота; используется только в летнее время.

## **2.5. ТОПЛИВНЫЙ НАСОС БНК-12БК**

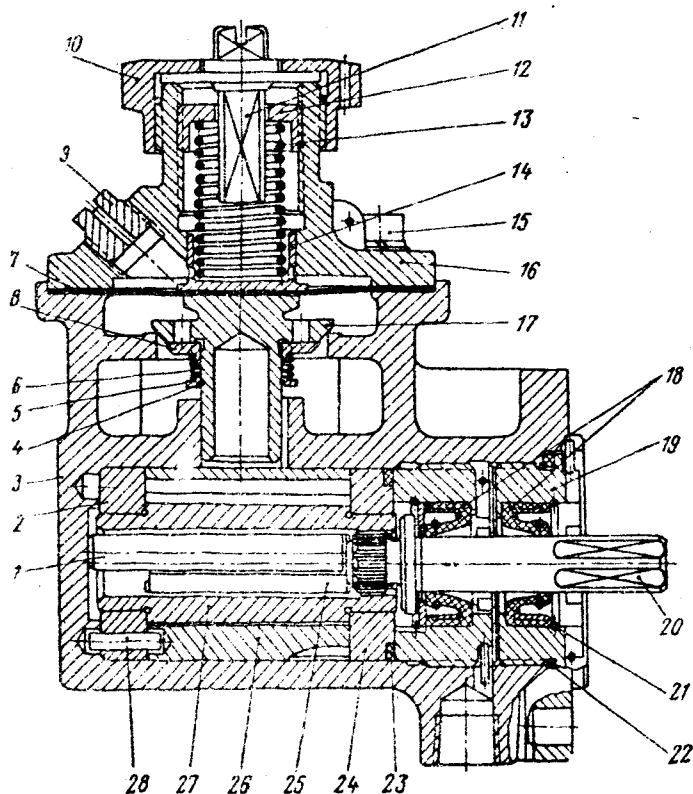
### **2.5.1. Назначение и принцип работы**

Бензиновый насос предназначен для подачи топлива в карбюратор под избыточным давлением, не зависящим от изменения режима работы двигателя и полета самолета, температуры и давления наружного воздуха и уровня топлива в баках самолета. Для двигателя АШ-62ИР избыточное давление ( $\Delta P = P - P_0$ , где  $P$  — абсолютное давление перед иглой поплавкового механизма;  $P_0$  — давление в надтопливном пространстве поплавковых камер) на режимной работе равно 0,30-0,35 кгс/см<sup>2</sup>, на режиме малого газа оно составляет не менее 0,15 кгс/см<sup>2</sup>.

Качающий узел насоса (рис. 45) состоит из неподвижного стакана 1, ротора 2, четырех лопаток 3 и плавающего валика 4. Вместе они образуют коловратный механизм.

Ротор с лопатками делит внутреннюю полость стакана на четыре объема. Так как ротор расположен эксцентрично относительно внутренней полости, то при его вращении величины этих объемов непрерывно меняются: со стороны линии всасывания увеличиваются, заполняясь бензином, со стороны линий нагнетания уменьшаются, вытесняя бензин в бензопровод, идущий к карбюратору.

Давление бензина в нагнетающей магистрали зависит от настройки пружины 2 перепускного редукционного клапана 4 (рис. 46), прижимающей клапан к седлу. При превышении необходимого давления клапан поднимается и перепускает часть бензина в линию всасывания. Изменение абсолютного давле-

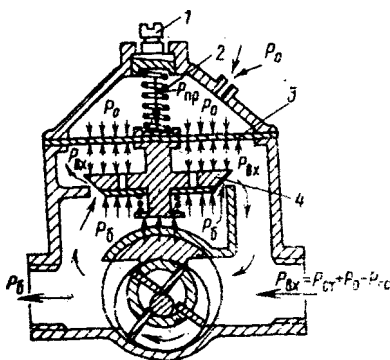


Р и с. 45. Схема устройства и работы качающего узла топливного насоса БНК-12БК: 1 — пневматический шток; 2 и 24 — подшайбовки; 3 — корпус насоса; 4 и 21 — кольца пружинные; 5 — шайба; 6 и 13 — пружины; 7 — мембрана; 8 — перепускной клапан; 9 — пробка; 10 — конический; 11 — регулировочный винт редукционного клапана; 12 — гайка регулировочного винта; 14 — шайба мембраны; 15 — винт; 16 — крышка; 17 — клапан редукционный; 18 — сальник; 19 — обойма; 20 — валик воздушный; 22 и 23 — кольца уплотнительные; 25 — пластины; 26 — стакан; 27 — ротор; 28 — штифт

ния  $P$  бензина на выходе, действующее на клапан снизу, осуществляется регулировочным винтом  $I$ .

Редукционный клапан 4 механически связан с диафрагмой 3. Пустота между клапаном и диафрагмой сообщена с полостью всасывания, поэтому на клапан сверху, а на диафрагму





Р и с. 46. Схема сил, действующих на редукционный клапан и диафрагму насоса БНК-12БК: 1 — регулировочный винт; 2 — пружина; 3—диафрагма; 4 — клапан

нос давление  $\Delta P_6$  (при неизменном атмосферном давлении  $P_0$ ) будут оставаться постоянными с изменением уровня топлива в баке самолета, т. е. при изменении статического давления  $P_{ст}$ . В насосе БНК-12БК эффективная площадь диафрагмы  $F_d$  (с учетом упругости материала диафрагмы, заделки ее в корпусе и на штоке клапана) примерно равна площади клапана  $F_{кл}$ .

С изменением высоты полета изменяется давление  $P_0$  и соответственно сила  $P_0 \cdot F_d$ , действующая в направлении упругости пружины  $N_{пр}$ . Клапан будет находиться в равновесии, когда

$$P \cdot F_{кл} = P_0 \cdot F_d + N_{пр} \quad (7)$$

Отсюда абсолютное давление

$$P = P_0 \cdot \frac{F_d}{F_{кл}} + \frac{N_{пр}}{F_{кл}} \quad (8)$$

где  $F_d / F_{кл} \approx 1$ , а  $N_{пр} / F_{кл}$  при неизменном режиме двигателя — величина постоянная.

снизу вверх действует давление на входе в насос  $P_{вх}$ , являющееся суммой атмосферного давления  $P_0$  и статического давления  $P_{ст}$ , обусловленного высотой столба бензина, зависящего от уровня его в баке самолета, за вычетом гидравлических потерь  $P_T$  на линии топливный бак-насос

$$P_{вх} = P_0 + P_{ст} - P_T \quad (6)$$

Полость над диафрагмой сообщена с атмосферой (см.рис. 46). При условии равенства сил, действующих на клапан сверху ( $P_{вх} \cdot F_{кл}$ , где  $F_{кл}$  — площадь клапана) и на диафрагму снизу ( $P_{вх} \cdot F_d$ , где  $F_d$  — площадь диафрагмы), абсолютное давление на выходе из насоса и избыточ-

Тогда

$$P = P_0 + \text{const} . \quad (9)$$

Это значит, что при изменении высоты полета абсолютное давление  $P$  на выходе из насоса изменяется пропорционально атмосферному  $P_0$ . При увеличении высоты полета давление над диафрагмой уменьшается, что вызывает уменьшение силы  $P_0(F_d + N_{\text{уп}})$  и соответственно изменение давления  $P$  на выходе из насоса, т. е. выражение

$$\Delta P = P - P_0$$

с учетом (9) запишем в виде

$$\Delta P = P - P_0 = P_0 + \text{const} - P_0 = \text{const} . \quad (10)$$

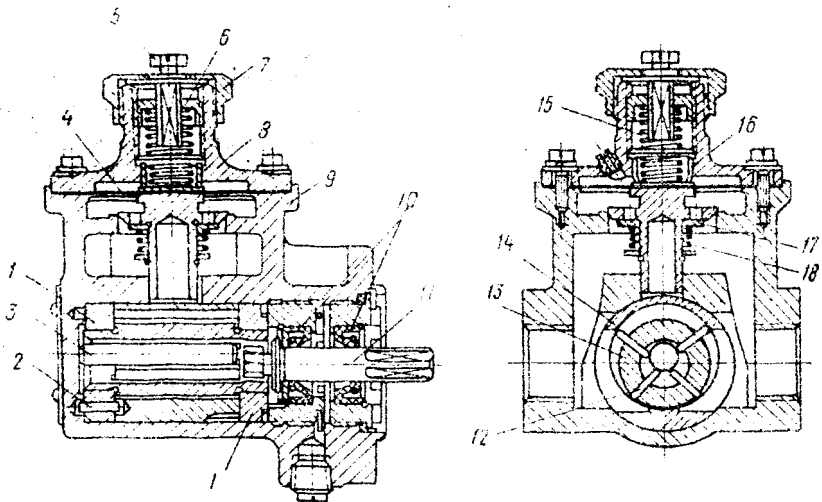
### 2.5.2. Конструкция насоса

Корпус насоса 9 (рис. 47) закрыт крышкой редукционной камеры 8. В колодце корпуса смонтирован качающий узел с системой уплотнения. Масло или топливо, прошедшее через уплотнение, сливается через штуцер с подсоединенной к нему сливной трубкой. С обеих сторон стакана 14 качающего узла запрессованы бронзовые подшипники 1 ротора 13.

С боков корпус имеет два отверстия под штуцеры всасывающего и нагнетающего трубопроводов. Сверху выполнена расточка, на кромки которой опираются редукционный клапан и гнездо для его штока.

Ротор 13 шлицами соединен с хвостовиком 11 привода от двигателя. Крышка редукционной камеры 8 имеет отверстие с резьбой под регулировочный винт 6 редукционного клапана и наружную резьбу для зажимной гайки 7. Для сообщения полости с атмосферой над диафрагмой в крышке сделано отверстие с резьбой, в которое ввернут штуцер. К штуцеру присоединяется трубка, выведенная за капот двигателя. Уплотнение разьема крышки и корпуса обеспечивается диафрагмой 4.

Тарелка клапана имеет отверстия для перепуска топлива через перепускной клапан 17 (в топливной системе самолета Ан-2 перепускной клапан не работает). Сверху к клапану пружиной 15 прижата диафрагма 4. Под пружиной установлена алюминиевая шайба 16.



Р и с. 47. Конструкция топливного насоса БНК-12БК: 1 — подшипник ротора; 2 — штифт; 3 — плавающий валик; 4 — диафрагма; 5 — стержень; 6 — регулировочный винт; 7 — зажимная гайка; 8 — крышка редукционной камеры; 9 — корпус; 10 — резиновые уплотнительные манжеты; 11 — хвостовик; 12 — лопатка; 13 — ротор; 14 — стакан; 15 — пружина редукционного клапана; 16 — шайба; 17 — перепускной клапан; 18 — пружина перепускного клапана

### 3. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ

#### 3.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ

Система зажигания предназначена для воспламенения топливовоздушной смеси в цилиндрах двигателя в течение всего периода его работы. Воспламенение осуществляется электрической искрой высокого напряжения (16-18 кВ) в конце такта сжатия за 15-20 градусов до подхода поршня к верхней мертвой точке.

Для четырехтактного однорядного звездообразного двигателя угол между вспышками составляет  $720/z$ , т. е. в два раза больше угла развала цилиндров. Для равномерного чередования вспышек необходимо, чтобы цилиндры двигателя работали через один, что возможно только при нечетном их числе в звезде. В соответствии с этим определен порядок работы цилиндров двигателя: 1-3-5-7-9-2-4-6-8.

На двигатель АШ-62ИР устанавливаются два магнето БСМ-9 (источники высокого напряжения) с автоматическим опережением зажигания. Правое магнето обеспечивает работу передних свечей зажигания, левое — задних. Запальные свечи СД-48БСМ (по две в каждом цилиндре) преобразуют высокое напряжение в электрический разряд, активирующий (увеличивающий) внутреннюю энергию молекул топливоздушнoй смеси в зоне разряда с одновременным выделением тепла, достаточным для достижения температуры самовоспламенения смеси.

Кроме магнето и свечей, в систему зажигания входят высоковольтные экранированные провода, переключатель магнето типа ПМ-1, пусковая катушка КП-4716 и нажимной выключатель системы запуска двигателя.

Переключатель ПМ-1 имеет четыре положения: "0" — оба магнето выключены; "1" — правое магнето включено, "2" — левое магнето включено; "1+2" — оба магнето включены, т. е. переключателем осуществляется включение, выключение магнето, а также контроль за исправностью системы зажигания.

Пусковая индукционная катушка КП-4716 обеспечивает воспламенение топливоздушнoй смеси в момент запуска двигателя, когда из-за малой частоты вращения магнето создаст недостаточное напряжение.

## 1.2. УСТРОЙСТВО МАГНЕТО

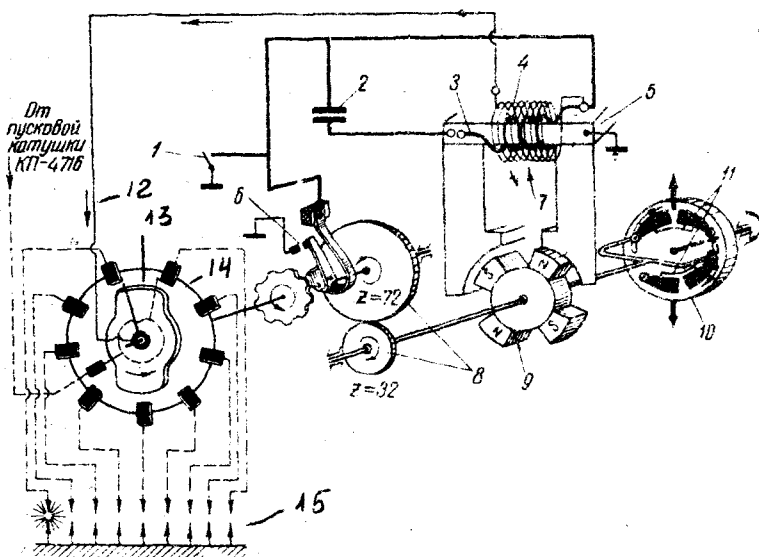
Работа магнето основана на принципе электромагнитной индукции.

Электрическая энергия в магнето получается за счет механической, превращаемой сначала в энергию тока низкого напряжения, и далее с помощью трансформатора с двумя обмотками и прерывателя в энергию тока высокого напряжения.

Принципиальная схема устройства и работы магнето БСМ-9 показана на рис. 48.

Магнето состоит из магнитной, электрической и механической частей.

**МАГНИТНАЯ ЧАСТЬ** предназначена для создания в сердечнике трансформатора переменного по величине и направлению магнитного потока и составлена из постоянного магнита (ротора) 9 с четырьмя полюсными наконечниками, полюсными башмаками со стойками (магнитопроводами) 7, сердечника трансформатора 5.



Р и с. 48. Схема устройства и работы магнето БСМ-9: 1 — переключатель; 2 — конденсатор; 3 — первичная обмотка; 4 — вторичная обмотка; 5 — сердечник трансформатора; 6 — прерыватель; 7 — полусные башмаки; 8 — шестерня привода кулачковой шайбы прерывателя; 9 — ротор; 10 — автомат опережения зажигания; 11 — пружины грузиков автомата; 12 — вывод высокого напряжения; 13 — бегунок распределителя; 14 — распределитель тока высокого напряжения; 15 — запальные свечи

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ** состоит из первичной и вторичной электрических цепей, при совместной работе которых с магнитной и механической частями создается высокое напряжение, обеспечивающее поджигание топливовоздушной смеси в цилиндрах двигателя.

В первичную цепь входят: первичная обмотка 3 трансформатора, прерыватель 6, конденсатор 2, переключатель магнето типа ПМ-1 и масса.

Первичная обмотка, одним концом соединенная с массой, подключена к подвижному контакту прерывателя. Неподвижный контакт прерывателя соединен с массой. Параллельно ему и первичной обмотке подключаются конденсатор и переключатель.

Вторичная цепь состоит из вторичной обмотки 4 (последовательно соединенной с первичной для использования ее витков), вывода высокого напряжения 12, бегунка распределителя 13, распределителя тока высокого напряжения 14, запальных свечей 15 и массы.

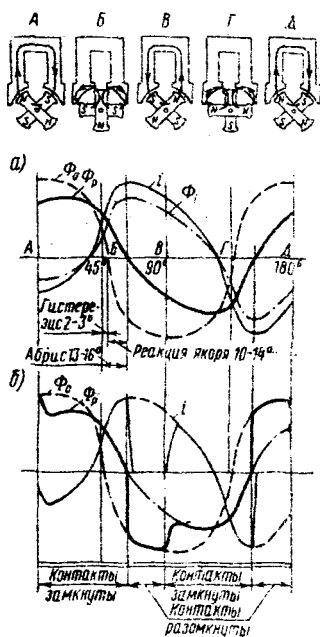
У магнето БСМ-9 за один оборот сила тока в первичной цепи четыре раза достигает наибольшего значения, что позволяет произвести четыре размыкания прерывателя, поэтому магнето называется четырехискровым.

**МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ** БСМ-9 обеспечивает синхронное с коленчатым валом двигателя вращение ротора магнето с передаточным отношением  $K = Z : 2q = 9 : 8$  (где  $Z$  — число цилиндров;  $q$  — число искр за один оборот ротора) и кулачковой шайбы с бегунком-распределителем с передаточным отношением к ротору  $K = q : Z = 4 : 9$ . В результате такой передачи кулачковая шайба и бегунок за два оборота коленчатого вала делают один оборот. Поскольку кулачковая шайба имеет девять кулачков, то за этот период происходит девять размыканий прерывателя и соответственно на все девять запальных свечей в порядке последовательности работы цилиндров будет подано высокое напряжение.

Ротор магнето приводится во вращение от двигателя через автомат опережения зажигания, поворачивающий ротор относительно валика привода в направлении вращения (увеличение угла опережения зажигания) в диапазоне частот вращения от 950 до 1400 об/мин на  $15 \pm 2^\circ$ .

### 3.3. ПРИНЦИП РАБОТЫ МАГНЕТО

При вращении ротора магнето меняются длина магнитопровода, его сечение и магнитная индукция в железе. В результате в сердечнике трансформатора создается магнитный поток, непрерывно изменяющийся по величине и направлению (рис. 49, а). Это приводит к изменению индуктивностей первичной и вторичной обмоток в зависимости от положения ротора и токов в обмотках. В положении А ротора магнето магнитный поток  $\Phi_0$ , проходящий через сердечник трансформатора, имеет наибольшую величину. При изменении положения ротора наведенный им магнитный поток в сердечнике уменьшается и в положении Б становится равным нулю, поскольку магнитные силовые линии от полюсных наконечников, пройдя по пути наименьшего сопротивления, замкнутся через полюсные башмаки. В следующем по-



Р и с. 49. Изменение магнитного потока в сердечнике трансформатора и силы тока в первичной цепи при работе магнето: а — контакты прерывателя замкнуты; б — момент размыкания контактов (первичной цепи)

обмотке его возникает переменный электрический ток. Максимальные значения его соответствуют наиболее резкому изменению магнитного потока, т. е. в моменты перехода его величины через нулевое значение. Вследствие сдвига фаз сила тока  $i$  в первичной цепи достигнет наибольшего значения через  $10-14^\circ$  после достижения потоком  $\Phi_0$  нулевого значения (реакция якоря), т. е. через  $13-16^\circ$  после нейтрального положения ротора магнето (положения Б, Г на рис. 49). Суммарное влияние гистерезиса и реакции якоря сдвигает нулевое значение магнитного потока от нейтрального положения ротора на  $13-16^\circ$ . Этот угол называется углом абриса магнето или углом его установки.

ложении В ротора (рис. 49) магнитные силовые линии проходят через сердечник трансформатора, но в противоположном положении А направлении. Абсолютная величина магнитного потока  $\Phi_0$  в этом случае будет такой, как и в первом случае. Дальнейшие положения (Г, Д и так далее) приводят к тому, что за один оборот ротора магнитный поток  $\Phi_0$  в сердечнике трансформатора, создаваемый постоянными магнитами, четыре раза достигает максимального значения (но в двух различных направлениях) и четыре раза проходит через нулевое значение.

Нулевое и максимальное значения потока  $\Phi_0$  от нейтрального положения сдвинуты по направлению вращения на  $2-3^\circ$  (положения Б и Г), что объясняется запаздыванием изменения магнитного потока в сердечнике трансформатора по сравнению с изменением магнитного потока, вызвавшим это изменение (явление гистерезиса).

В результате изменения магнитного потока  $\Phi_0$  в сердечнике трансформатора в замкнутой первичной

Электрический ток, протекающий по первичной обмотке, создает в сердечнике трансформатора магнитный поток  $\Phi_p$ , противодействующий изменению основного магнитного потока  $\Phi_0$ . Результирующий магнитный поток  $\Phi_r$ , полученный алгебраическим сложением потоков  $\Phi_0$  и  $\Phi_p$ , сдвинут по отношению к основному потоку на  $10-14^\circ$  в направлении вращения ротора и на  $13-16^\circ$  сдвинут от нейтрального положения ротора. Эти значения определяются для каждого магнето опытным путем.

Абсолютное значение результирующего магнитного потока  $\Phi_r$  меньше основного потока  $\Phi_0$  и изменение его менее резко. Напряжения, индуцируемые в обмотках трансформатора результирующим магнитным потоком, составляют меньше 40 В в первичной и меньше 2500 В во вторичной обмотках, что недостаточно для преодоления сопротивления искрового промежутка в запальной свече и поджигания топливовоздушной смеси. Для повышения напряжения во вторичной обмотке магнето необходимо более резкое изменение магнитного потока в сердечнике трансформатора. Это достигается размыканием первичной цепи в момент поворота ротора от нейтрального положения на величину угла абриса магнето, т. е. в момент, когда сила тока в первичной обмотке имеет максимальное значение. С исчезновением тока исчезает созданный им магнитный поток  $\Phi_p$  и результирующий магнитный поток  $\Phi_r$  резко возрастает от нуля до величины основного магнитного потока  $\Phi_0$  (рис. 49, б), индуцирующего во вторичной обмотке ЭДС, достигающую 15000-18000 В. Такое напряжение достаточно для образования искрового разряда в запальной свече.

Через вывод тока высокого напряжения (см. рис. 48) ток подводится к гнезду распределителя и его рабочему электроду и далее через электроды запальной свечи на массу.

При дальнейшем вращении ротора магнето кулачок освобождает подвижный контакт прерывателя. Первичная цепь замыкается, исчезает ток высокого напряжения во вторичной обмотке и процесс повторяется.

## НАЗНАЧЕНИЕ КОНДЕНСАТОРА В ПЕРВИЧНОЙ ЦЕПИ

При размыкании контактов прерывателя в первичной цепи, как и во вторичной, возникает значительная ЭДС самоиндукции, достигающая 300-500 В. Вследствие этого возникают экстратоки размыкания, вызывающие образование искры между контактами прерывателя, приводящей к их обгоранию и окислению. Проска-



кивание искры между контактами прерывателя равнозначно замыканию первичной цепи, приводящему к уменьшению абсолютной величины и резкости изменения магнитного потока  $\Phi_p$  и ЭДС во вторичной обмотке. Конденсатор, включенный параллельно контактам прерывателя, заряжается экстратоком размыкания и предотвращает образование искры.

## ИЗМЕНЕНИЕ УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ

Магнето имеет устройство автоматического опережения зажигания, обеспечивающее наиболее благоприятный момент подачи высокого напряжения на электроды запальной свечи в зависимости от частоты вращения коленчатого вала. Обусловлено это тем, что при увеличении частоты вращения коленчатого вала время, отводимое на процесс сгорания топливовоздушной смеси, уменьшается примерно с 0,01 с на режиме малого газа ( $n = 500$  об/мин) до 0,0003 с на номинальном режиме ( $n \approx 2100$  об/мин.). С другой стороны, время, потребное для полного сгорания этого заряда, практически не изменяется. Для того чтобы получить наибольшую мощность, топливовоздушная смесь в цилиндре двигателя должна сгореть в диапазоне углов поворота коленвала от  $10-15^\circ$  до подхода поршня к ВМТ и до  $15-20^\circ$  после прохождения поршнем ВМТ. Поэтому с увеличением частоты вращения топливовоздушная смесь должна воспламеняться раньше в соответствии с этим изменением, т. е. для каждой частоты вращения существует наиболее благоприятная величина угла опережения зажигания, которая позволяет двигателю развивать наибольшую мощность при наилучшей экономичности.

Выполнение этого условия обеспечивается единой кинематической связью между коленчатым валом двигателя, автоматом опережения зажигания, ротором магнето и кулачковой шайбой. При этом смещение ротора относительно полюсных башмаков, вызывающее соответствующий сдвиг максимума силы тока в первичной обмотке, влечет за собой смещение кулачковой шайбы прерывателя относительно ротора на такой же угол, что обеспечивает разрыв первичной цепи в наиболее благоприятный момент.

Опережение зажигания устанавливается по первому цилиндру двигателя. Неравномерное опережение зажигания в других цилиндрах, обусловленное угловыми смещениями ВМТ в цилиндрах с прицепными шатунами (см. Углов Б. А. Авиационный двигатель АИП-62ИР. Самара, СГАУ, 1992, разд. 4.1.1), устраняет-

ся неравномерным расположением кулачков по окружности кулачковой шайбы: кулачки, обслуживающие цилиндры № 2, 3, 4, и 5, смещены в сторону, противоположную направлению вращения кулачковой шайбы; кулачки, обслуживающие цилиндры № 6, 7, 8, и 9, — по направлению вращения. В результате все кулачки прерывателя (кроме кулачка первого цилиндра) размыкают первичную цепь с отклонением от невыгоднейшего момента на 3-6° угла поворота ротора.

### 3.4. КОНСТРУКЦИЯ МАГНЕТО

Магнето БСМ-9 (рис. 50) состоит из передней 19, задней 22 и верхней 18 крышек, ротора 23 с автоматом опережения зажигания 20, трансформатора 12 с конденсатором 14, прерывателя 21 и распределителя 7. Крышки и корпус отлиты из алюминиевого сплава и одновременно являются экраном магнето.

Передняя крышка 19 имеет три овальных отверстия для крепления магнето к двигателю и центральное с запрессованной наружной обоймой переднего шарикоподшипника ротора 23.

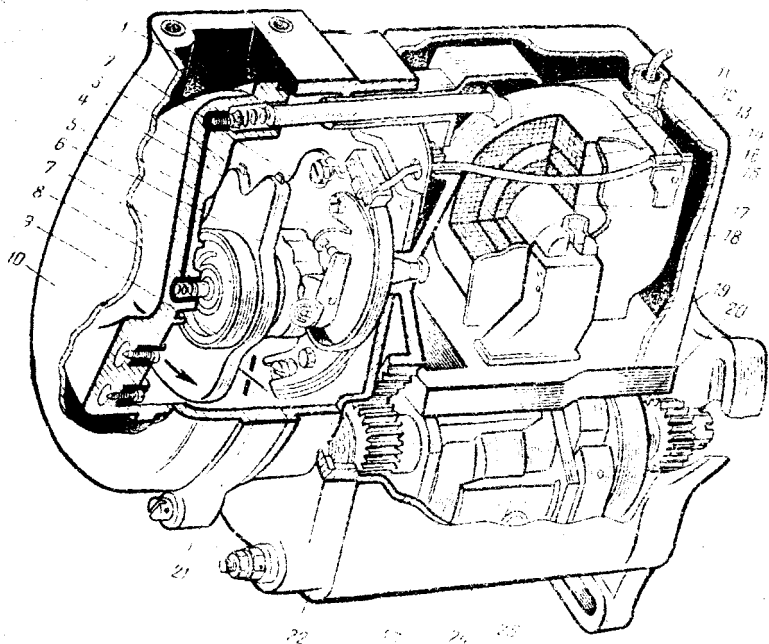
В корпусе магнето 25 залиты полюсные башмаки, набранные для уменьшения потерь на индукционные токи из пластин электротехнической стали. В верхней части корпуса на торцах башмаков устанавливается сердечник трансформатора 17 с вторичной 13, первичной 15 обмотками. Внутри обмоток смонтирован конденсатор 14.

Задняя крышка 22 имеет центральное отверстие для установки эксцентриковой втулки 21, расточку в нижней части под обойму заднего подшипника ротора 23 и в верхней части отверстие под втулку вывода тока высокого напряжения 1. К крышке крепится пластина прерывателя 2.

К заднему фланцу крышки крепится экран распределителя 10. К верхнему фланцу крышки крепится крышка экрана коллектора проводов.

Узел эксцентриковой втулки (рис. 51) состоит из большой шестерни 1, эксцентриковой втулки 2, регулирующей зазоры в зубчатом зацеплении, кулачковой шайбы 3 и бегунка 4, закрепленных на валике, установленном на двух шариковых подшипниках.

На пластине прерывателя 2 (рис. 50) монтируются рычажок прерывателя с подвижным контактом и текстолитовой подушкой. При помощи эксцентрикового винта пластина может



Р и с. 50. Магнетрон БСМ-9: 1 — вывод высокого напряжения; 2 — пластины прерывателя; 3 — рабочий электрод бегунка; 4 — контактная стойка; 5 — бегунок; 6 — кулачковая шайба; 7 — корпус распределителя; 8 — уголок; 9 — пусковое кольцо бегунка; 10 — экран распределителя; 11 — клемма выключателя; 12 — трансформатор; 13 — вторичная обмотка; 14 — конденсатор; 15 — первичная обмотка; 16 — вывод низкого напряжения; 17 — сердечник трансформатора; 18 — верхняя крышка; 19 — передняя крышка; 20 — автомат опережения зажигания; 21 — эксцентрик; 22 — задняя крышка; 23 — ротор; 24 — полюсный наконечник; 25 — корпус

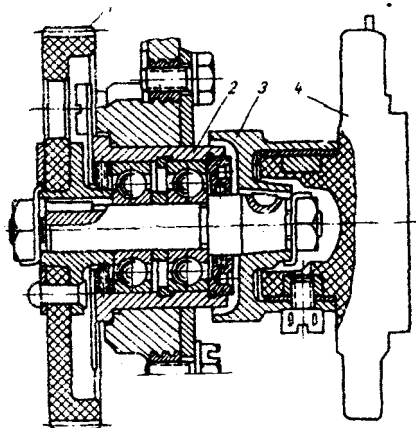
перемещаться для регулирования зазора между контактами прерывателя.

Рассмотрим ротор с автоматом опережения зажигания (рис. 52). Ротор 5 выполнен из железоникельалюминиевого сплава в виде полого цилиндра, намагниченного вдоль оси. С торцов на него напрессованы две П-образные скобы из малоуглеродистой стали, боковые поверхности которых образуют четыре полюсных наконечника. Ротор опирается на валик 7 через бронзовую втулку 6. На заднем конце втулки на шпонке посажена малая шестерня 8 (32 зуба).

На переднем конце валика 7 установлена шлицевая втулка, соединяющая валик с приводом двигателя. Валик опирается на два шариковых подшипника. На нем же напрессован корпус автомата опережения зажигания 1.

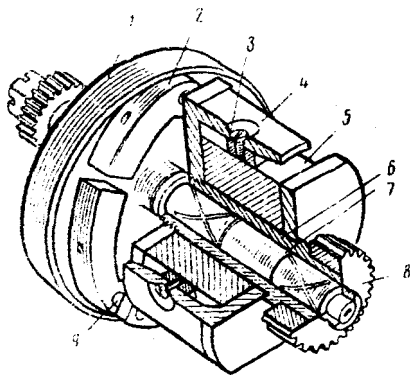
Автомат опережения зажигания состоит из стального корпуса 1 и четырех бронзовых грузиков 2. Два грузика посажены на оси корпуса, два других — на оси передней скобы ротора. Каждая пара грузиков (один из первой, другой из второй группы и наоборот) соединены плоскими пружинами. Такая конструкция обеспечивает упругую связь ротора и его валика. Это позволяет ротору перемещаться относительно валика на угол  $15 \pm 2^\circ$  (для ВСМ-9).

Принципиальная схема работы такого соединения показана на рис. 53. При частоте вращения ротора меньше 950 об/мин грузики занимают положение, показанное на рис. 53, а. С увеличением частоты вращения грузики за счет действия центробежных сил, преодолевая силы упругости пружин, расходятся (рис. 53, б), вызывая смещение

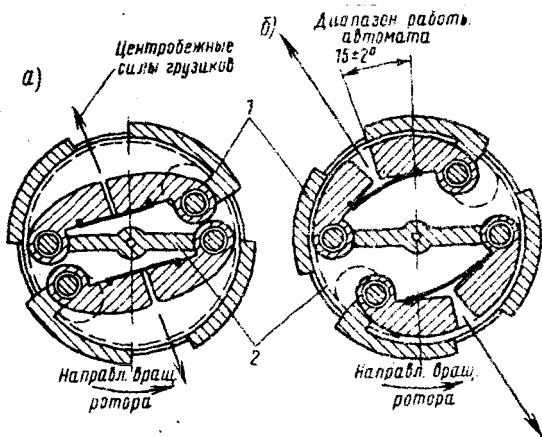


Р и с. 51. Узел эксцентриковой втулки:

1 — большая шестерня; 2 — эксцентриковая втулка; 3 — кулачковая шайба; 4 — бегунок

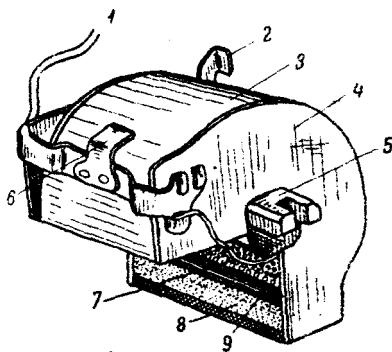


Р и с. 52. Ротор с автоматом опережения зажигания: 1 — корпус; 2 — грузики; 3 — бронзовое кольцо; 4 — полусферический наконечник; 5 — ротор (постоянный магнит); 6 — втулка; 7 — валик; 8 — шестерня; 9 — ось грузика



Р и с. 53. Схема работы автомата опережения зажигания: 1 — полусные наконечники; 2 — корпус

ротора относительно вала по направлению его вращения. Смещение передается кулачковой шайбе прерывателя и бегунку, что вызывает более раннее замыкание контактов прерывателя и, следовательно, более раннее искрообразование на свечах. При частоте вращения 1400 об/мин устанавливается наибольшее опережение зажигания.



Р и с. 54. Трансформатор: 1 — вывод низкого напряжения; 2 — контакт высокого напряжения; 3 — изолятор; 4 — щетка; 5 — сердечник; 6 — пружинный контакт; 7 — первичная обмотка; 8 — вторичная обмотка; 9 — конденсатор

Трансформатор (рис. 54) состоит из сердечника 5, набранного из листов электротехнической стали, первичной 7 и вторичной 8 обмоток, между которыми помещен конденсатор 9.

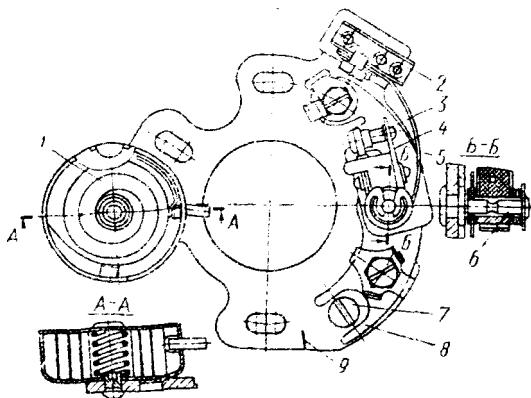
Первичная обмотка 7 выполнена из медного провода диаметром 1 мм и имеет 150-170 витков. Начало обмотки

припаяно к сердечнику, конец — к латунной соединительной пластине с пружинным контактом *б* и выводом низкого напряжения *1* к прерывателю. Контакт *б* через переключатель соединяет первичную обмотку с массой при выключении магнето.

Вторичная обмотка *8* выполнена из медного провода диаметром 0,07 мм и имеет 13000-14000 витков. Начало обмотки припаяно к концу первичной обмотки, а конец — к контакту высокого напряжения *2*, от которого ток поступает к распределителю и от него — к свечам.

Конденсатор *9* изготовлен из двух изолированных между собой полос алюминиевой фольги. Одна полоса припаяна к сердечнику трансформатора, другая — к пластине с контактом *б*.

Прерыватель (рис. 55) состоит из пластины, контактной стойки *8*, рычажка *4* с пружиной *5*, сухаря *2*, кулачковой шайбы и масленки *1*. С помощью эксцентрика *7*, помещенного в подковообразном вырезе нижнего конца контактной стойки, регулируется зазор (0,25-0,35 мм) между контактами *3* прерывателя. Контакты изготовлены из платиноиридиевого сплава. Неподвижный контакт, соединенный с массой, прикреплен к контактной стойке *8*. Подвижный контакт, изолированный от массы и прикрепленный к рычажку прерывателя *4*, соединен с выводом низкого напряжения трансформатора через пружину *5* и бронзовый сухарь *2*.



Р и с. 55. Пластина прерывателя: 1 — масленка; 2 — сухарь; 3 — контакты; 4 — рычажок; 5 — пружина; 6 — ось рычажка; 7 — эксцентрик; 8 — контактная стойка; 9 — регулировочная риска

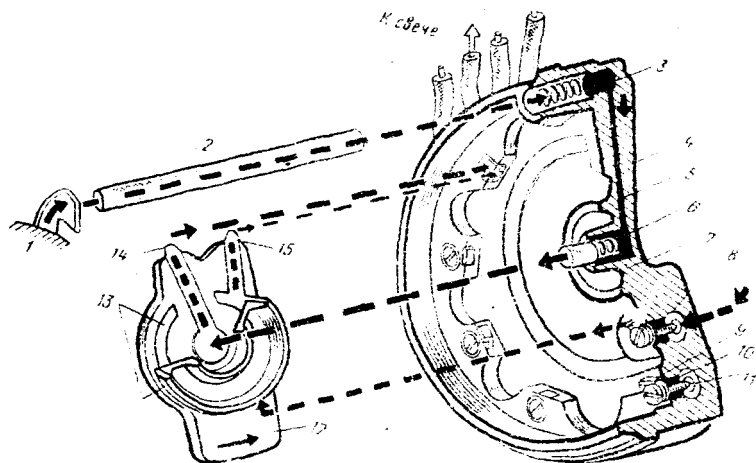
К пластине прерывателя прикреплена масленка 1 с фитилем и фильцем, пропитанным турбинным (с малой вязкостью) маслом. Фитиль одним концом скользит по кулачкам, смазывая их.

Кулачковая шайба (6 на рис. 50 и 3 на рис. 51) имеет девять кулачков, обслуживающих цилиндры по порядку их работы.

Распределитель (рис. 56) состоит из корпуса 4, бегунка 12, вывода высокого напряжения 2 и экрана. В корпусе имеется девять рабочих электродов 9 и центральный электрод (гнездо 6 и уголек 7). Электроды крепятся к гайкам 10 латунными остроконечными винтами 11, прокалывающими провода, идущие к свечам зажигания.

Бегунок распределителя 12 имеет рабочий 14 и пусковой 15 электроды. Последний смещен относительно рабочего на 30°, что обеспечивает позднее зажигание горючей смеси при запуске, исключая возможность обратного хода вала двигателя, и предотвращает проскакивание искры между электродами.

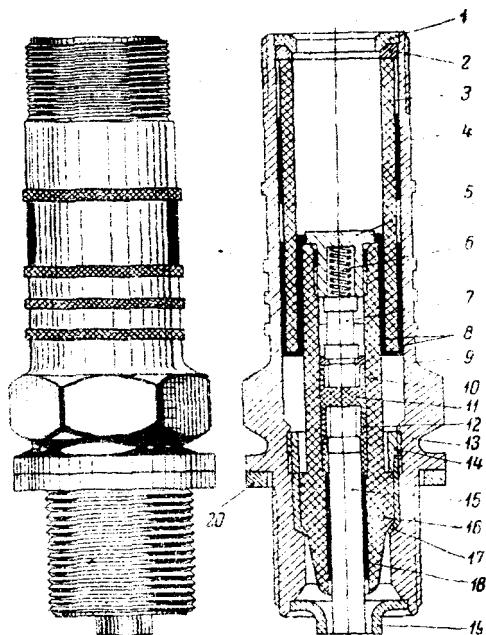
Распределитель защищен алюминиевым экраном (10 на рис. 50).



Р и с. 56. Распределитель магнето: 1 — трансформатор, 2 — вывод высокого напряжения; 3 — втулка вывода; 4 — корпус; 5 — пластина; 6 — гнездо; 7 — уголек; 8 — гайка крепления пускового электрода; 9 — рабочий электрод; 10 — гайка крепления рабочего электрода; 11 — винт; 12 — бегунок; 13 — пусковое кольцо; 14 — рабочий электрод; 15 — пусковой электрод

### 3.5. АВИАЦИОННАЯ СВЕЧА СД-48БСМ

Свеча (рис. 57) служит для образования искрового разряда, поджигающего топливоздушную смесь в камере сгорания.



Р и с. 57. Свеча СД-48БС: 1 — кольцо; 2 — шайба; 3 — изоляционная трубка экрана; 4 — прокладка; 5 — контактная головка; 6 — пружина контактная; 7 — демпфирующее сопротивление; 8 — цемент; 9 — уплотнитель; 10 — контакт; 11 — токопроводящий уплотнитель; 12 — стержень; 13 — корпус; 14 — никель; 15 — центральный электрод; 16 — изолятор; 17 — втулка; 18 — цемент; 19 — боковой электрод; 20 — медное уплотнительное кольцо

Свеча при работе двигателя подвержена высоким тепловым, электрическим, механическим и химическим нагрузкам. Температура газовой среды в камере сгорания прогретого работающего двигателя колеблется от 70 (свежая смесь) до 2500°С, а окружаю-



пций верхнюю часть свечи воздух в подкапотном пространстве двигателя может иметь температуру от минус 60 до плюс 85°C. Это приводит к опасным тепловым деформациям, поскольку в конструкции свечи используются материалы с различными коэффициентами линейного расширения (металл, керамика).

Максимальное давление в цилиндре двигателя составляет 65-70 кг/см<sup>2</sup>, что приводит к появлению периодической силы до 200 кг, стремящейся вырвать свечу с частотой в два раза меньшей частоты вращения вала двигателя.

Электрическое напряжение 15000-18000 В приводит к электрической эрозии — разрушению материала электродов электрической искрой. Износ электродов происходит также за счет химической коррозии, вызываемой продуктами неполного сгорания.

Нагар на тепловом конусе (нижняя часть изолятора 16 на рис. 57) исчезает при нагреве его до температуры 400-500°C — "температура самоочистки" свечи. Температура 400-900°C — тепловой предел работоспособности свечи. При температуре теплового конуса 850-900°C возникает калильное зажигание, при длительной работе двигателя на котором возможно прогорание поршня и обгорание выпускного клапана.

Свеча неразборная, экранированная с керамической изоляцией центрального электрода и экрана. Свеча имеет включенное последовательно с центральным электродом демпфирующее сопротивление 7, служащее для снижения уровня радиопомех, эрозии и влияния предыдущего разряда на последующий.

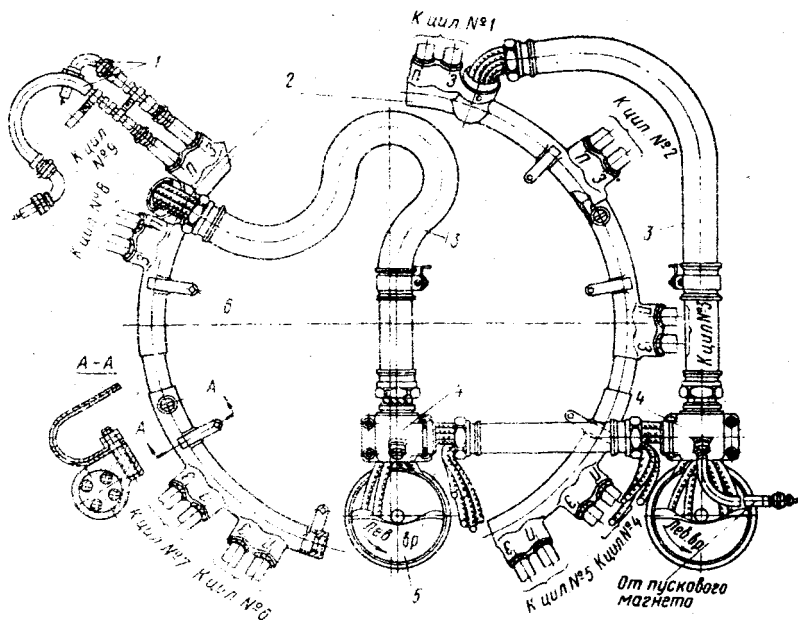
Корпус-экран свечи стальной, в нижней части имеет резьбу 18x1,5 для крепления в цилиндре двигателя и наружный шестигранный под ключ размером 22 мм.

Центральный электрод 15 выполнен из вольфрама. В верхней части к нему припаивается стержень 12 из никеля. Вместе с демпфирующим сопротивлением электрод и стержень размещаются в корундовом изоляторе 16.

В нижнюю часть корпуса впаян четырехлепестковый боковой электрод 19.

### **3.6. КОЛЛЕКТОР ПРОВОДОВ И ЭКРАНИРОВКА СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ**

Коллектор проводов зажигания (рис. 58) состоит из кожуха 2, съемных экранированных проводников 1, магистральных шлангов 3, крышек экранирования магнето и угловых штуцеров 4.



Р и с. 58. Коллектор проводов зажигания: 1 — отъемные проводники; 2 — кожух; 3 — магистральные шланги; 4 — угловые штуцеры; 5 — корпус распределителя магнето; 6 — лапка крепления кожуха

Кожух коллектора 2 состоит из двух полуколец из магниевого сплава. Каждое полукольцо имеет по три лапки крепления к носку двигателя. На внешней образующей полуколец имеется девять двоянных бобышек для монтажа отъемных проводников. На бобышках выбито клеймо номера цилиндра и буквы П (к передней свече) и З (к задней свече).

Отъемные экранированные проводники 1 облегчают замену неисправных проводов и состоят из провода высокого напряжения, экранирующего шланга, изготовленного из алюминиевой ленты, оплетенной двойным слоем медной луженой проволоки, помещенных в резиновый шланг.

Отъемные проводники попарно с помощью хомутов крепятся к кожухам тяг клапанов, которые являются металлизующими перемычками между экранами проводников и массой двигателя.

Магистральные шланги 3 выполнены из гибкого металлического экранирующего шланга, вставленного в резиновую трубку.

Комплект шлангов состоит из двух длинных шлангов — от магнето к коллектору и одного короткого, установленного между крышками экранов магнето.

Угловые штуцеры 4 отлиты из алюминиевого сплава и служат для экранирования проводов, выходящих из корпуса распределителя магнето. Крышка имеет два штуцера для крепления магистральных шлангов, фланец с отверстиями под винты крепления к магнето и штуцер для крепления кожуха провода, идущего от пусковой катушки к распределителю только правого магнето.

Экранировка системы зажигания необходима для избежания помех в работе радиоаппаратуры самолета, поэтому вся система покрыта металлической оболочкой — экраном, связанным электрически с массой самолета.

Защитное действие экрана состоит в том, что при прохождении электрического тока по проводнику вокруг него образуется магнитное поле, которое, пересекая экран, индуцирует в нем электрический ток, уходящий через систему экранов на массу самолета. При этом вокруг экранов создается собственное магнитное поле, направленное по закону взаимной индукции в сторону, противоположную магнитному полю, созданному током в системе зажигания, ослабляет его, уменьшая дополнительные токи, индуцируемые в контурах радиоаппаратуры.

## **4. СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ**

### **4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

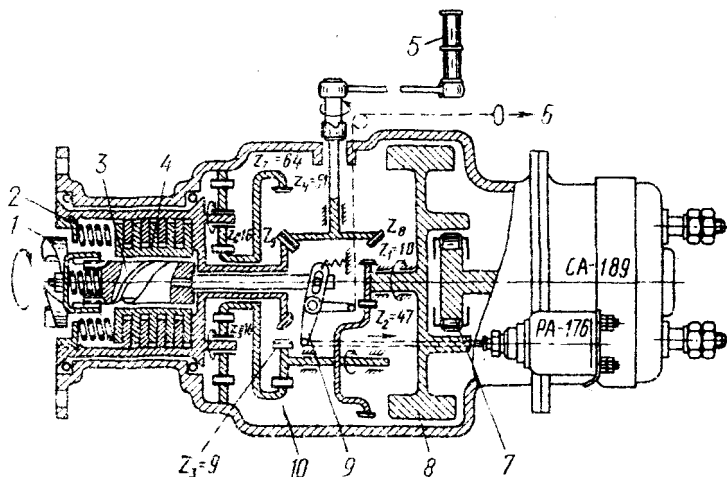
Запуск двигателя является неустановившимся процессом раскрутки ротора от неподвижного состояния до частоты вращения на режиме малого газа. Для раскрутки вала двигателя в процессе запуска необходимо наличие постороннего источника энергии.

Эффективная мощность, развиваемая двигателем внутреннего сгорания в процессе запуска на малых частотах вращения, значительно больше мощности, потребляемой винтом и агрегатами. Поскольку избыточная мощность расходуется на сообщение ускорения валу двигателя, процесс запуска поршневого двигателя получается эффективным и непродолжительным.

## 4.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СТАРТЕР РИМ-У-24ИР

Раскрутка двигателя перед запуском осуществляется электронерционным стартером РИМ-У-24ИР, являющимся аккумулятором кинетической энергии, источником которой служит электродвигатель постоянного тока СА-189.

Принципиальная схема устройства стартера показана на рис. 59.



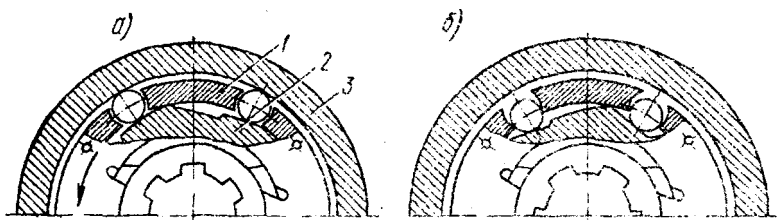
Р и с. 59. Схема устройства стартера РИМ-У-24ИР: 1 — храповик; 2 — пружина фрикционной муфты; 3 — механизм сцепления; 4 — фрикционная муфта; 5 — рукоятка ручного привода; 6 — трос ручного сцепления храповика; 7 — муфта сцепления с заклинивающимися роликками; 8 — маховик; 9 — механизм включения; 10 — редуктор

Маховик 8 стартера при раскручивании его электродвигателем СА-189 накапливает кинетическую энергию, необходимую для вращения коленчатого вала. Маховик соединяется с валом электродвигателя через муфту сцепления 7 с заклинивающимися роликками (муфта обгона), механически отключающую его от двигателя СА-189 при выключении последнего. С другой стороны, маховик через ведущую и двойную шестерни соединен с планетарным редуктором 10, понижающим частоту вращения выходного храповика 1 в соотношении 1:133,1 (при частоте вра-

щения маховика 12500 1/мин храповик вращается со скоростью 94 1/мин).

Вал редуктора с храповиком соединяется через фрикционную муфту 4 дискового типа, отрегулированную на 95-110 кгм и служащую для ограничения величины крутящего момента, передаваемого стартером коленчатому валу. При возникновении большого крутящего момента муфта пробуксовывает, предохраняя механизм стартера и вал привода агрегатов от поломки.

Муфта с заклинивающимися роликами (рис. 60) состоит из звездочки 2, шести роликов и обоймы 1. При вращении звездочки 1 против часовой стрелки обойма 2 будет отставать (рис. 60, б) до тех пор, пока ролики не войдут в соприкосновение с фланцем 3 маховика (рис. 60, а).



Р и с. 60. Муфта с заклинивающимися роликами: а — включенное состояние; б — выключенное состояние; 1 — обойма; 2 — звездочка; 3 — фланец маховика

В момент выключения электродвигателя частота его вращения и звездочки 2 становится меньше частоты вращения маховика. Обойма 1 смещается по ходу относительно звездочки, ролики утопают во впадинах звездочки и расцепляют вал электродвигателя с маховиком.

Редуктор 10 (рис. 59) состоит из ведущей шестерни, укрепленной в маховике, двух двойных шестерен, четырех сателлитов, установленных на корпусе фрикционной муфты, и неподвижной шестерни, запрессованной в корпусе стартера.

Фрикционная муфта 4 состоит из корпуса, четырнадцати пар стальных и бронзовых дисков, сжатых спиральными пружинами 2

Бронзовые диски выступами входят в шлицы корпуса муфты, стальные соединяются с втулкой механизма сцепления 3. Диски между собой соединены силами трения.

Механизм сцепления 3 соединяет стартер с коленчатым валом двигателя. В корпусе втулки на спиральных шлицах левой нарезки перемещается хвостовик, на наружных прямых шлицах которого монтируется храповик 1 с тремя торцевыми косыми зубьями для соединения с храповиком валика привода агрегатов двигателя.

Механизм включения 9 соединяет храповик 1 стартера с храповиком двигателя и состоит из шпильки, двухплечевого рычага и серьги.

На конце шпильки, расположенном во внутренней полости стартера, закреплена серьга, шарнирно соединенная со штоком храповика. Спиральная пружина оттягивает серьгу и, соответственно, храповик в положение, соответствующее выключенному положению.

На наружной стороне шпильки закреплён двухплечий рычаг, к которому подсоединён трос реле храповика РА-176Д.

Для включения стартера необходимо повернуть двухплечий рычаг на некоторый угол при помощи реле храповика. С поворотом рычага выдвигается вперед шток с храповиком 1 до сцепления с храповиком коленчатого вала.

#### 4.3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА

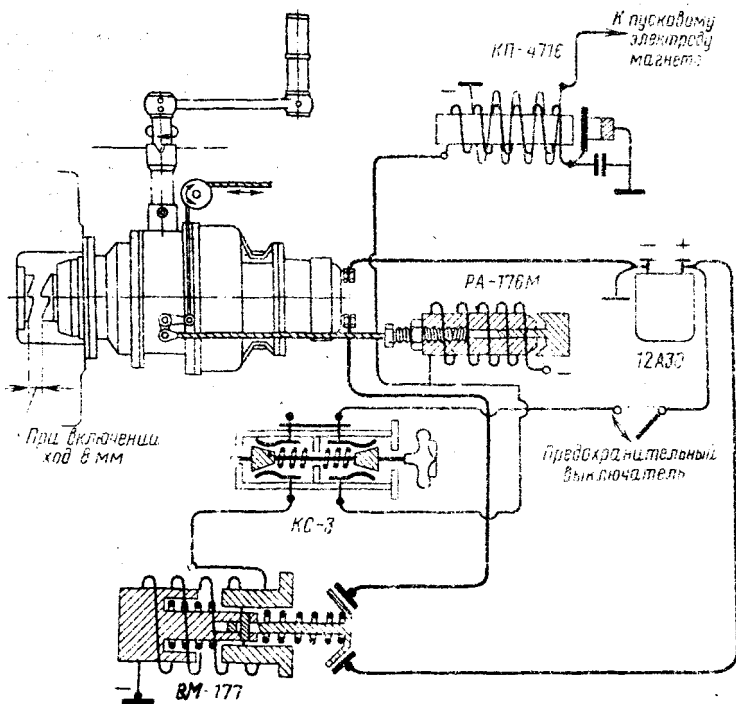
Электрооборудование (рис. 61) состоит из электродвигателя СА-189, электромагнитного выключателя ВМ-177, реле храповика РА-176Д, пусковой катушки КП-4716, переключателя ПН-45М (в старых схемах КС-3) и предохранительного выключателя АЗС-20 (автомата защиты сети на 20 А).

Электродвигатель СА-189 постоянного тока, серийный, мощностью 1,9 л.с. (1,4 кВт) служит для раскрутки маховика.

Электромагнитный выключатель ВМ-177 (рис. 62) служит для дистанционного включения электродвигателя СА-189 с помощью переключателя ПН-45М.

Реле храповика РА-176Д (рис. 63) служит для дистанционного управления механизмом включения стартера.

Пусковая катушка КП-4716 (рис. 64) вырабатывает ток высокого напряжения, необходимый для работы свечей зажигания.



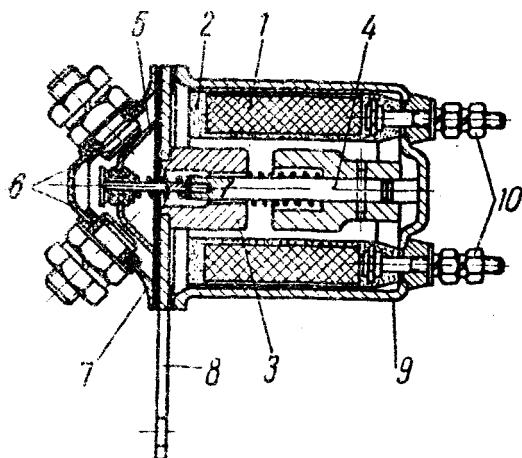
Р и с. 61. Электрооборудование системы запуска

#### 4.4. РАБОТА СИСТЕМЫ ЗАПУСКА

После подготовки двигателя к запуску включают АЗС-20 и нажимают переключатель ПН-45М от себя. При этом ток от аккумуляторной батареи поступает в обмотку включателя ВМ-177. Якорь включателя притягивается к сердечнику и замыкает неподвижные контакты. С этого момента электродвигатель СА-189 начинает раскручивать маховик стартера.

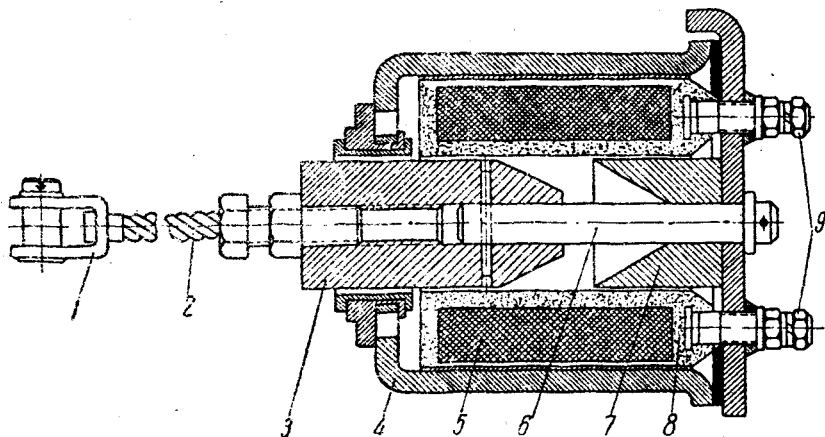
Время раскрутки маховика до 10000-12000 1/мин зависит от емкости аккумулятора, температуры наружного воздуха и составляет 9-10 с летом и 11-12 с зимой.

После раскрутки маховика включают магнето и нажимают на переключатель ПН-45М к себе. Ток в обмотке ВМ-177 исчезнет, якорь его под действием пружины отойдет от сердечника и разомкнет неподвижные контакты — электродвигатель выключится.



Р и с. 62. Электромагнитный выключатель ВМ-177.

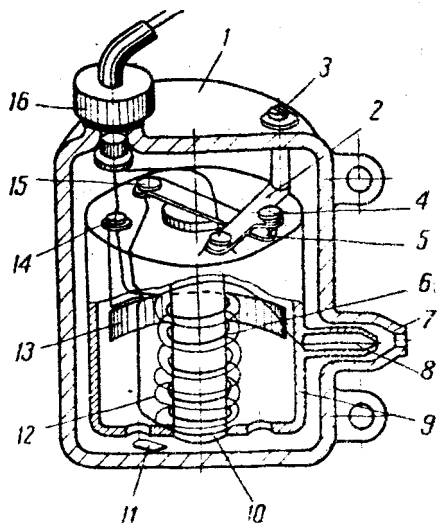
1 — катушка, 2 — волокнистый каркас;  
 3 — сердечник, 4 — якорь; 5 — подвижный кон-  
 такт, 6 — неподвижные контакты, 7 — крышка;  
 8 — крышечки; 9 — кожух, 10 — выводные болты



Р и с. 63. Реле крановика РА-176Д:

1 — шток, 2 — трос, 3 — якорь, 4 — кожух, 5 — катушка, 6 — сердечник,  
 7 — электромагнит, 8 — волокнистый каркас, 9 — болты





Р и с. 64. Пусковая катушка КП-4716:

1 — кожух; 2 — контактное основание; 3 — винт; 4 — регулировочный винт; 5 — пружинный якорь; 6 — первичная обмотка; 7 — штуцер вывода; 8 — вывод; 9 — карболитовый корпус; 10 — сердечник; 11 — контактная пластина; 12 — вторичная обмотка; 13 — конденсатор; 14, 15 — клеммы; 16 — штуцер вывода провода

Одновременно с этим включаются реле храповика РА-176Д и пусковая катушка КП-4716. Якорь реле втягивается в корпус и через трос и механизмы включения и сцепления стартера сцепляет храповики стартера и двигателя. Пусковая катушка подает ток высокого напряжения в распределитель правого магнето и через него на передние свечи цилиндров.

С 1969 года завод выпускает стартеры без механизма ручного запуска (РИМ-24А). Работа механизма ясна из рис. 59.

## 5. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ АВ-2

### 5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Двигатели АП-62ИР на самолетах Ан-2 эксплуатируются с автоматическими воздушными винтами АВ-2 серии 02, работающими с регуляторами частоты вращения Р-9СМ2, и с автоматическими реверсивными воздушными винтами АВ-2Р (в гидроварианте) с регуляторами РВ-101.

Воздушный винт — лопастное устройство, предназначенное для создания силы тяги (реактивной силы). Лопастей воздушного винта при вращении, набегая на воздух под некоторым углом (углом атаки), захватывают массы воздуха, отбрасывая его в одном направлении. При этом на лопасти действует сила реакции отбрасываемого воздуха, являющаяся силой тяги.

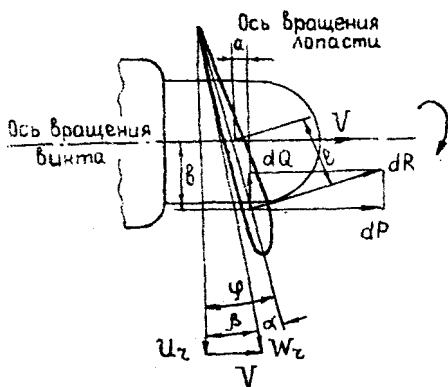
Другими словами, воздушный винт, преобразуя крутящий момент на валу двигателя, взаимодействуя с воздухом подобно крылу самолета, создает тягу, имея при этом (кроме поступательного) вращательное движение. При геометрическом сложении этих движений становится наглядной ориентация элемента лопасти в воздушном потоке (рис. 65).

Угол между плоскостью вращения винта и хордой сечения лопасти  $\varphi$  называется углом установки лопасти. Для поступательно движущегося самолета угол атаки  $\alpha$  сечения лопасти меньше угла  $\varphi$  на угол  $\beta$  подхода струи к сечению, зависящий от скорости полета  $V$ .

Угол атаки сечения обуславливает возникновение полной аэродинамической силы  $dR$  (по аналогии с крылом), раскладываемой

на две элементарные составляющие — силу тяги  $dP$  и силу лобового сопротивления  $dQ$ . Полная сила тяги  $P$  получается суммированием элементарных составляющих сечений всех лопастей.

Поскольку процесс преобразования мощности двигателя ( $M_{кр} \omega$  — произведение крутящего момента на угловую скорость) в мощность, преобразуемую винтом в тягу ( $PV$ ), сопровождается потерями на преодоление трения лопастей о воздух, завихрение и



Р и с. 65. Аэродинамические силы, действующие на элемент лопасти воздушного винта:

$\alpha$  — угол атаки;  $\beta$  — угол притекания струи;  $\varphi$  — угол установки сечения лопасти

закрутку потока и на образование звуковых волн, то вводится понятие коэффициента полезного действия винта:

$$\eta = \frac{PV}{M_{кр}\omega}. \quad (11)$$

Для самолета Ан-2 с винтом АВ-2 при скорости полета  $V = 225$  км/ч и тяге  $P = Q = 985$  кг  $\eta = 0,77$ .

Лучшие винты имеют КПД 0,85...0,90.

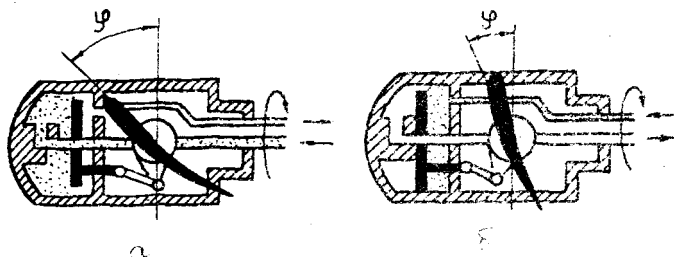


Рис. 66. Схема гидравлического винта изменяемого шага двухстороннего действия:

а — под давлением масла, поступающего в левую полость цилиндра, поршень перемещается вправо и поворачивает лопасти на большой шаг;

б — под давлением масла в правой полости цилиндра поршень перемещается влево и поворачивает лопасти на малый шаг

Для повышения КПД винта на всех режимах эксплуатации самолета и двигателя современные винты делаются с изменяемым шагом (ВИШ). АВ-2 относится к гидравлическим ВИШ, выполненным по двухсторонней схеме — угол установки лопастей таких винтов изменяется цилиндропоршневой системой под действием давления масла (рис. 66), подаваемого от насоса регулятора оборотов. Переводу лопастей в сторону большего шага способствуют центробежные силы противовесов, установленных на стаканах лопастей (рис. 67). При переводе лопастей на малый шаг дополнительно к давлению масла действуют поперечные составляющие центробежных сил лопастей.

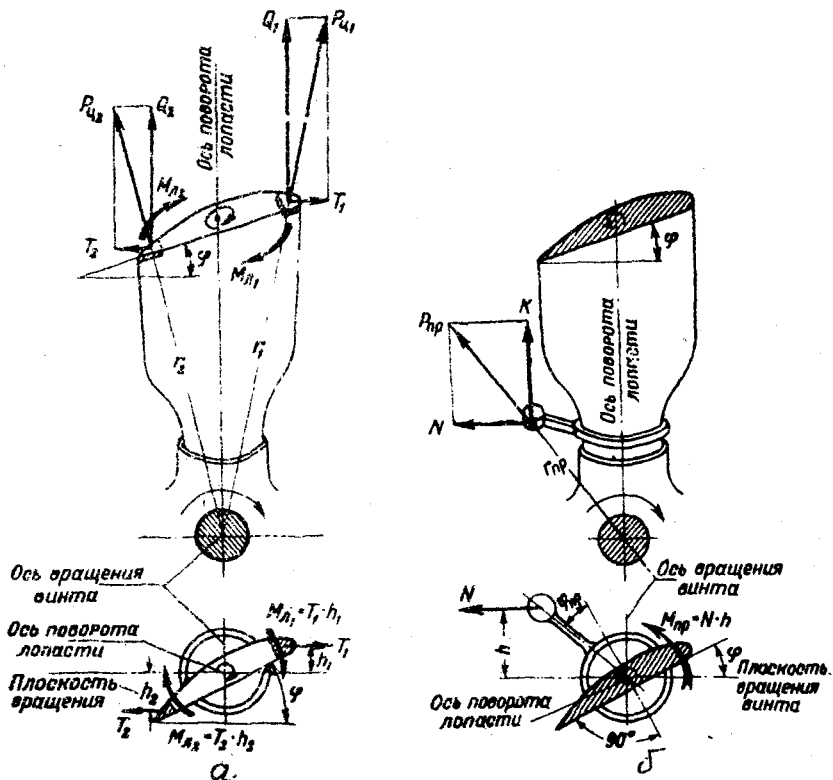


Рис. 67 Схема действия центробежных сил элемента лопасти и противовеса:  
 а — характер действия на лопасть винта собственными центробежными силами;  
 б — характер действия на лопасть винта центробежных сил противовеса

## 5.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ВИНТОВ

### 5.2.1. Геометрические характеристики

К основным геометрическим характеристикам относятся диаметр винта, число лопастей, геометрия лопасти.

Диаметр винта  $D$  — диаметр окружности, описываемой концом лопасти при вращении винта (у АВ-2 серии  $02 D = 3,6$  м). Факто-

рами, определяющими диаметр винта, являются КПД винта; допустимая по характеристикам и уровню шума окружная скорость лопасти; зазоры над землей и до конструкции самолета; масса винта.

Число лопастей (4 лопасти у АВ-2) оказывает влияние на "покрытие" винта — отношение развернутой площади лопастей винта к площади, ометаемой ими:

$$L = \frac{4Sk}{\pi(D^2 - D_0^2)}, \quad (12)$$

где  $S = \frac{D^2}{4} \int_{\frac{D_0}{z}}^1 \bar{b} d\bar{D}$  — развернутая площадь лопасти;  $D_0$  — диаметр

комля;  $\bar{b} = b/D$  — относительная ширина лопасти (максимальная ширина у АВ-2 составляет 284 мм);  $\bar{D} = D_{\text{промежут}}/D$  — относительное значение промежуточного диаметра от  $D_0$  до  $D$ ;  $K$  — число лопастей. Чем больше  $L$ , тем меньше  $D$ .

Толщина лопасти ( $c$ ) — наибольшая толщина сечения на каком-либо радиусе. Относительная толщина у АВ-2 на радиусе 0,9 от полного  $\bar{c} = c/b = 0,055$ .

Геометрический шаг ( $H$ ) винта — расстояние, проходимое винтом за один оборот в неподатливой среде:

$$H = \pi D \operatorname{tg} \varphi, \quad (13)$$

где  $\varphi$  — угол установки лопасти.

Крутка лопасти — переменные по радиусу углы установки ее сечений, обеспечивающие следующее условие:

$$\alpha = \varphi - \beta = \operatorname{const} = \alpha_{\text{ннкв}}. \quad (14)$$

### 5.2.2. Аэродинамические характеристики

Аэродинамические характеристики объединяют тягу, мощность, потребные для вращения винта, и КПД.

Тяга и мощность, потребляемые винтом с числом лопастей  $k$ , определяются интегрированием элементарных составляющих аэро-

динамических сил сечений ( $dP$  и  $dQ$ ) от начала рабочей части — комля ( $r = r_0$ ) до конца лопасти ( $r = R$ ):

$$P = i \int_{r_0}^R dP, \quad (15)$$

$$N = i \int_{r_0}^R dQ r \omega, \quad (16)$$

где  $\omega$  — угловая скорость.

Полезная мощность, отдаваемая винтом на движение самолета  $N_B$ , равна произведению силы тяги на скорость полета  $V$

$$N_B = P \cdot V. \quad (17)$$

Коэффициент полезного действия винта равен отношению его полезной мощности к потребляемой

$$\eta = \frac{PV}{N}. \quad (18)$$

Наибольшее значение КПД для каждого сечения лопасти определяется углом его установки  $\varphi = \beta_{\text{опт}} + \alpha_{\text{накл}}$ , где  $\beta_{\text{опт}}$  — оптимальное значение угла притекания струи, при котором  $\eta$  наибольший. Это условие (относящееся к кинематическим характеристикам винта, объединяющим зависимости  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\varphi$  со скоростью полета и радиусом винта) достигается круткой лопасти по ее длине.

### 5.3. ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ СИЛЫ И МОМЕНТЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ЛОПАСТИ

При равномерном вращении винта с  $\varphi = \text{const}$  на элементы лопасти действуют массовые, центробежные силы, направленные перпендикулярно оси вращения винта.

Составляющие  $T_1$  и  $T_2$  (рис. 67) центробежных сил  $P_{\text{ц}}$  создают момент на плече  $h_1$  и  $h_2$ , стремящийся повернуть лопасть на уменьшение угла установки. Составляющие  $Q_1$  и  $Q_2$  являются растягивающими, стремящимися вырвать лопасти из втулки винта.

Аэродинамические силы, действующие на элемент лопасти в направлении увеличения угла установки, значительно слабее центробежных сил. Поэтому на некоторых винтах (АВ-2) для усиле-

ния этого эффекта ставятся противовесы (рис. 67), закрепляемые с помощью хомутов на концевой части лопасти.

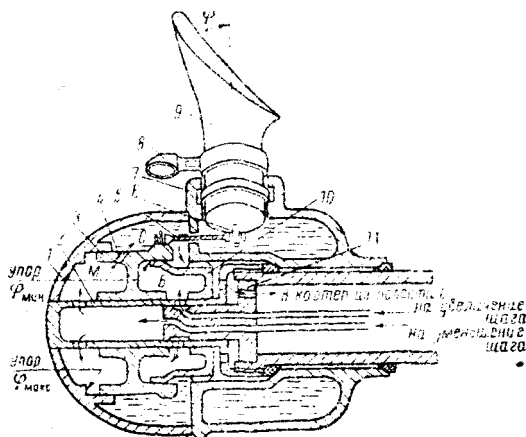
При вращении винта составляющая  $N$  центробежной силы  $P_{пр}$  противовеса на плече  $h$  создает момент, поворачивающий лопасть в сторону увеличения угла  $\varphi$ .

#### 5.4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ВИНТА АВ-2

Четырехлопастный воздушный винт АВ-2, работая совместно с регулятором постоянных оборотов Р-9СМ2, автоматически поддерживает заданное постоянное число оборотов двигателя за счет изменения угла лопастей.

Гидравлический механизм изменения шага винта работает по схеме двойного действия — перевод лопастей на большой шаг происходит под действием давления масла, подвзаемого от масляного насоса регулятора оборотов, и центробежных сил противовесов, установленных на стаканах лопастей; перевод лопастей на малый шаг производится под действием давления масла и поперечных составляющих центробежных сил лопастей.

Схема устройства и работы винта АВ-2 серии 02 показана на рис. 68.



Р и с. 68. Схема устройства и работы винта АВ-2 серии 02:

- 1 — шпилька; 2 — труба маслопровода; 3 — подшипник; 4 — жиклер;
- 5 — винт; 6 — галка стакана; 7 — корпус; 8 — противовес;
- 9 — лопасть; 10 — диафрагма; 11 — штуцер маслопровода

Цилиндр 1, труба маслопровода 2 и поршень 3 образуют две изолированные полости: полость М — полость малого шага и полость Б, в которую поступает масло также от РПО, но для перевода лопастей на большой шаг. Полость Б изолирована от полости втулки винта неподвижной диафрагмой 10 и передней стенкой корпуса винта.

Масло от РПО в полости М и Б подводится через штуцер 11, устанавливаемый в носке вала винта, и трубу маслопровода 2. Передним упором поршня 3 в цилиндре 1 является торец цилиндра (упор  $\Phi_{\max}$ ), задним — стенка корпуса винта (упор  $\Phi_{\min}$ ).

Для обеспечения постоянного обогрева цилиндровой группы, исключая застывание масла в ней в зимнее время, поршень имеет жиклер 4, через который из полости М в полость С перетекает 1,5-1,7 л/мин масла. Из этой полости через заднее боковое отверстие штуцера 11 масло сливается в картер.

#### 5.5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И КОНСТРУКЦИЯ ВИНТА АВ-2 СЕРИИ 82

Диаметр винта, м.....	3,6
Максимальная ширина лопасти, м.....	0,284
Углы установки лопастей на $R = 1$ м:	
минимальный, град .....	17
максимальный, град .....	32
Угол установки противовеса при минимальном угле установки лопастей, град .....	
.....	$30 \pm 2$
Вес винта, кг.....	$189 \pm 2\%$
Максимальная частота вращения, 1/мин.....	1510
Время перестановки лопастей:	
с минимального до максимального .....	2
с максимального до минимального .....	1

Узел корпуса винта (рис. 69) состоит из стального корпуса 33, четырех стальных стаканов 19 для установки лопастей, четырех противовесов 15 и четырех узлов натяга стакана 21-24.

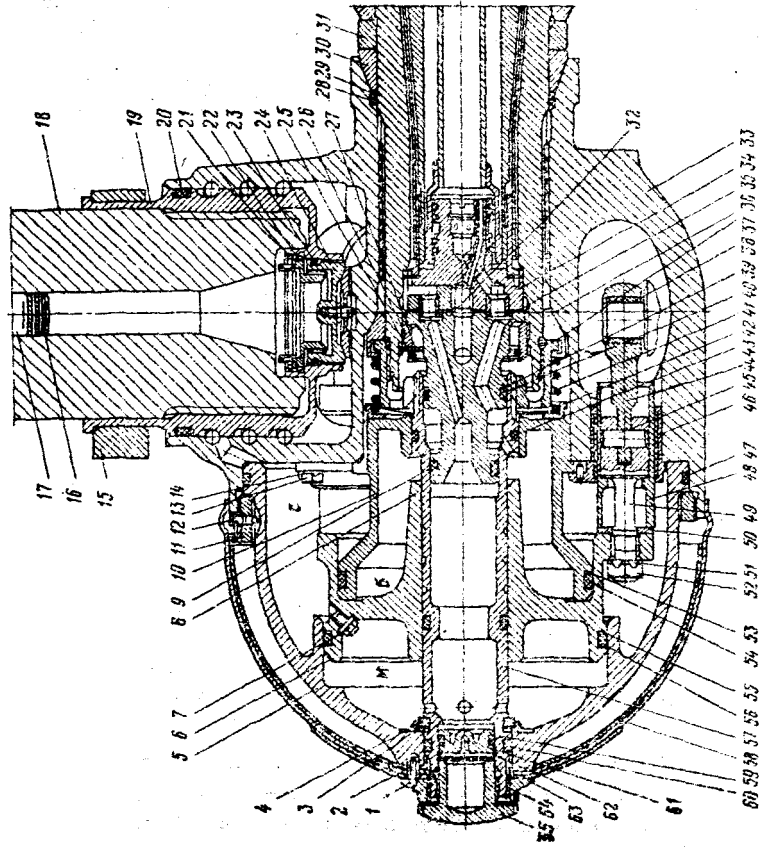
Для установки винта на носок вала редуктора (вала винта) в корпусе 33 имеются конусные гнезда под передний 36 и задний 30 конусы.

В корпусе винта имеются четыре лопастных гнезда, в каждый из которых на трех рядах шариков установлены стаканы 19. Натяг стакана осуществляется заворачиванием гайки 24. Лопастей вворачиваются в стаканы с помощью упорной резьбы. Снаружи стакан



Р и с. 69. Вентиль Ав-2 серия 02:

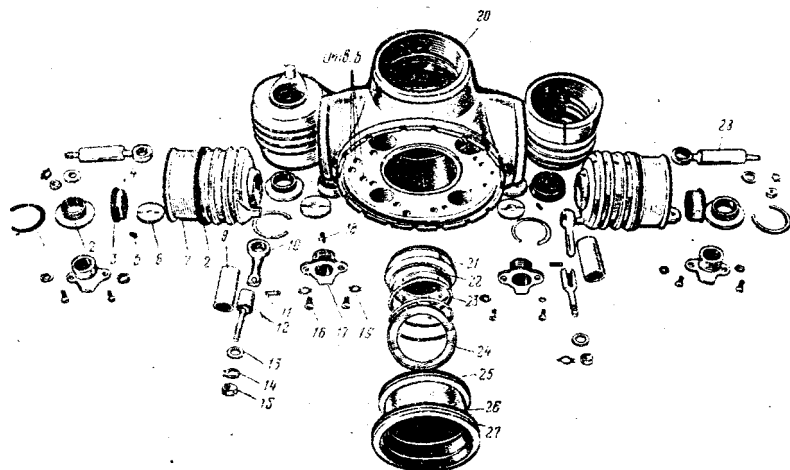
- 1, 21, 25, 62 — кольцо стопорное; 2 — шпигит; 3 — кольцо упора; 4 — кольцо разрезное; 5 — цилиндр; 6, 8 — поршени; 7 — жакет; 9, 20, 23, 28, 29, 40, 43, 47, 54, 56, 60 — кольцо уплотнительное; 10 — диафрагма; 11 — гайка цилиндра; 12 — винт контрольный; 13 — болт; 14, 16, 50, 51, 53, 55 — шайба; 15 — шпингалет; 17 — груз балансирующий; 18 — лопатка; 19 — стакан; 22 — муфта контрольная; 24 — гайка стакана; 26 — гайка шпигера; 27 — шпаштина контрольная; 30 — конус задний; 31 — кольцо заднего конуса; 32 — шпигер; 33 — корпус муфта винта; 34 — маслорекондуктик; 35 — прокладка; 36 — конус передний; 37 — гайка переднего конуса; 38, 44 — шпигун; 39, 42 — шайба; 41 — пружина гайки конуса; 45 — шпелл спиральный; 46 — штулка направляющая; 48 — втулка штока; 49 — шток; 52, 65 — гайка; 57 — труба маслопровода; 58 — отщепитель; 61 — заглушка трубы маслопровода; 63 — втулка контрольная; 64 — шпаштина контрольная



60 59 58 57 56 55 54 53 48 47 46 45 44 43 42 41 40 39 38 37 36 35 34 33

имеет проточку для установки хомута противовеса. На нижнем торце стакана эксцентрически расположен палец, соединенный шатуном 38 с поршнем б.

Подробнее конструкция втулки винта показана на рис. 70.

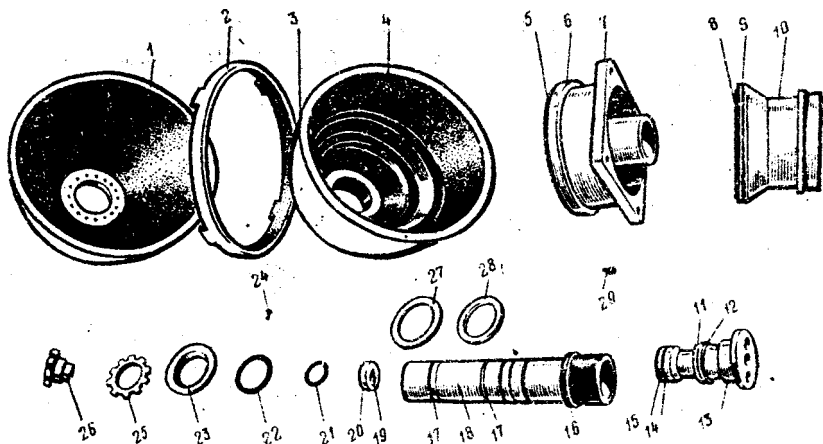


Р и с. 70. Узел корпуса втулки винта: 1 — кольцо стопорное; 2 — муфта контрольная; 3, 8, 27 — кольцо уплотнительное; 4 — гайка стакана; 5 — фиксатор пята; 6 — пята; 7 — стакан; 9 — втулка штока; 10 — шатун; 11 — палец шарнирный; 12 — шток; 13, 14, 19, 24, 26 — шайба; 15 — гайка; 16 — болт; 17 — втулка направляющая; 18 — шарик; 20 — корпус; 21 — конус передний; 22 — гайка переднего конуса; 23 — пружина гайки конуса; 25 — диафрагма; 28 — шатун со штоком в сборе

Цилиндровая группа винта (рис. 71) состоит из цилиндра 4, гайки 2 крепления цилиндра в корпусе, поршня 7 с жиклером, диафрагмы 10, гайки маслопровода 26, трубы маслопровода 18.

Размещенные в цилиндре 4 поршень б, диафрагма 10 и труба маслопровода 57 образуют три полости (рис. 69): Б — большого шага, М — малого шага и С — слива масла.

Соединение поршня со стальными стаканами лопастей осуществляется кривошипно-шатунными механизмами, состоящими из шатунов 38, штоков 49, втулок штоков 48 и направляющих втулок 46.



Р и с. 71. Детали цилиндрической группы винта: 1 — обтекатель; 2 — гайка цилиндра; 3, 5, 8, 11; 14; 16; 17; 20 — кольцо уплотнительное; 4 — цилиндр; 6, 9, 12, 15 — шайба; 7 — поршень; 10 — диафрагма; 13 — штуцер; 18 — труба маслопровода; 19 — заглушка; 21, 22 — кольцо стопорное; 23 — втулка контровая; 24 — штифт; 25 — пластина контровая; 26 — гайка; 27 — кольцо упора; 28 — кольцо разрезное; 29 — жиклер

При изменении шага лопасти усилие от поршня передается через штоки и шатуны на эксцентрические пальцы стаканов, что приводит к повороту лопасти.

Лопasti винта изготовлены из сплава алюминия марки Д1. Профилированная часть лопасти создает тягу воздушного винта, а комель лопасти с резьбой служит для закрепления ее в стакане корпуса винта.

В торцевой части комля лопасти просверлено глухое отверстие, в которое при балансировке винта вкладываются балансировочные грузы 17 (рис. 69).

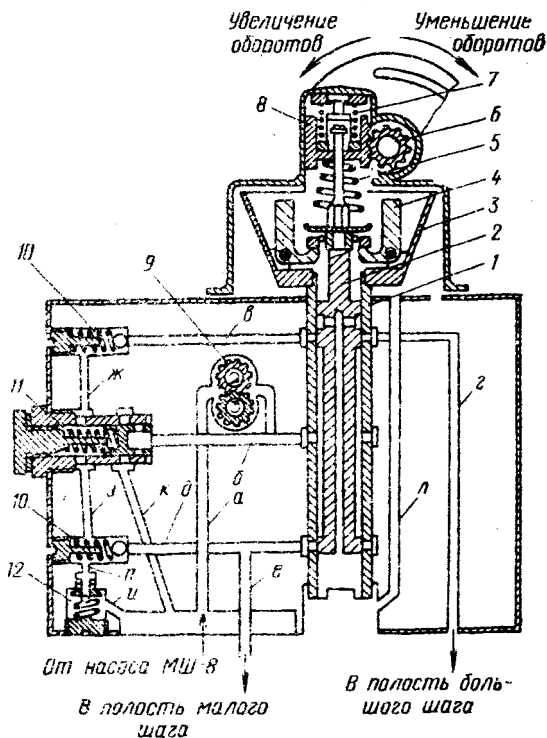
На каждом стакане лопасти устанавливается противовес, состоящий из кронштейна с разрезным хомутом для крепления на стакане, стяжного болта и груза.

Установка винта на вал редуктора двигателя осуществляется с помощью переднего (разъемного) 36 и заднего 30 конусов, гайки 37 переднего конуса для затяжки винта на валу редуктора и других деталей.

## 5.6. УСТРОЙСТВО И РАБОТА РЕГУЛЯТОРА ОБОРОТОВ Р-9СМ2

Регулятор автоматически поддерживает заданную частоту вращения воздушного винта перестановкой углов лопастей независимо от изменения мощности двигателя, высоты и скорости полета. Узел ручного управления регулятора позволяет летчику на земле и в полете изменять заданную частоту вращения винта в пределах по углу установки лопастей от  $\varphi_{\text{мин}}$  до  $\varphi_{\text{макс}}$ .

Схема устройства регулятора в режиме равновесной (установившейся) частоты вращения винта показана на рис. 72.



Р и с. 72. Схема устройства регулятора оборотов Р-9СМ2:  
 1 — ведущий валок; 2 — зометник; 3 — конусок; 4 — Г-образная грузик; 5 — конусная пружина; 6 — валок ручного управления; 7 — балансирующая пружина; 8 — зубчатая рейка; 9 — насос регулятора; 10 — шариковые клапаны; 11 — редукционный клапан; 12 — перегрузочный клапан

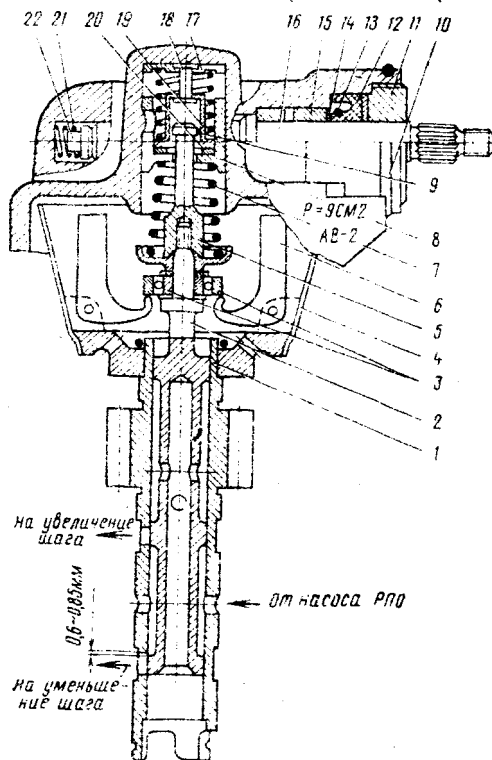
В этом случае центробежные силы двух грузиков 4 уравновешены силой затяжки конической пружины 5. Масло в полостях винта М и Б закрыто буртиками золотника 2, что является гидравлическим упором, препятствующим повороту лопастей. Масло от насоса 9 регулятора прокачивается через редукционный клапан 11 в магистраль входа в насос.

Золотник на равновесной частоте вращения винта имеет "отрицательное" перекрытие, т. е. постоянное сообщение линии нагнетания насоса-регулятора с каналами подвода масла в полость М или Б или в обе одновременно для восполнения утечек из них и поддержания рабочего давления за счет гарантированной щели (суммарная величина составляет 0,60-0,85 мм согласно рис. 73) между кромками распределительных окон ведущего валика и поясков золотника.

На верхнем конце золотника установлен шариковый опорно-упорный подшипник 3, на наружную обойму которого опираются малые плечи шарнирно закрепленных Г-образных центробежных грузиков 6. Сверху на внутреннюю обойму подшипника 3 опирается опорная тарелочка конической пружины 7. Верхний конец пружины 7 опирается на зубчатую рейку 8 механизма ручного управления регулятором. При изменении частоты вращения центробежные грузики либо расходятся, сжимая пружину 7, либо сходятся под действием пружины. Эти движения сопровождаются перемещением золотника и перепуском масла от насоса соответственно в полость большого или малого шага.

При повороте валика ручного управления 16 зубчатая рейка 8 перемещается и изменяет затяжку конической пружины — в результате изменяется равновесная частота вращения воздушного винта.

Между зубчатой рейкой 8 и корпусом регулятора установлена балансировочная пружина 9, предотвращающая самопроизвольное затяжение винта в случае отсоединения или поломки тяги управления регулятором. Длина пакета пружины (пружина 9, замковая шайба 17, втулка 19, регулировочная шайба 20) подобрана так, чтобы с отсоединенной тягой управления при работе двигателя с полностью открытыми дроссельными заслонками карбюратора частота вращения коленчатого вала была равна 1800-2000 в минуту. В этом случае сила упругости конической пружины урав-



Р и с. 73. Узел центробежного регулятора:  
 1 — ведущий вал; 2 — золотник; 3 — подшипник;  
 4 — ковшок; 5 — солдатик; 6 — Г-образные грузики;  
 7 — коническая пружина; 8 — зубчатая рейка;  
 9 — балансирующая пружина; 10 — контрольное  
 кольцо; 11 — гайка; 12 — манжета; 13 — кольцо из  
 спиральной пружины; 14 — шайба; 15, 19 — втулки;  
 16 — валтик ручного управления; 17 — замковая шай-  
 ба; 18 — штифт; 20 — регулировочная шайба; 21 — пружина  
 подшипника; 22 — подшипник валика

новешивается центробежными силами грузиков при нейтральном положении золотника. При большей частоте вращения, когда пакет балансировочной пружины с рейкой 8 опущен вниз, отсоединение или обрыв тяги приведет к поднятию рейки до упора пакета в корпусе регулятора конической пружиной. Коническая пружина имеет меньшую жесткость, чем балансировочная. Перемещение рейки прекращается без деформации балансировочной пружины и частота вращения двигателя стабилизируется на значении 1800-2000 в минуту.

Силовая часть РПО (рис. 72) состоит из шестеренчатого масляного насоса 9, редукционного 11, двух шариковых 10 и перегрузочного 12 клапанов.

Масляный насос обеспечивает быстрое изменение шага винта в пределах его рабочего диапазона (при отсутствии расхода, на взлетном режиме и температуре масла на входе  $85-90 \text{ кг/см}^2$  давление в системе РПО составляет  $26 \pm 2 \text{ кг/см}^2$ ).

Редукционный клапан 11 на малой равновесной частоте вращения (при малой производительности насоса) поддерживает давление в системе не более  $10 \text{ кг/см}^2$ . С увеличением частоты вращения плунжер клапана садится на упор и давление зависит от производительности насоса с учетом возрастания гидравлических сопротивлений в системе слива (канал к), достигая значений  $16-18 \text{ кг/см}^2$ . Это обеспечивает нормальную работу РПО в полете при поломке пружины клапана. Корпус клапана (кроме сливных) имеет радиальные отверстия для подвода масла под давлением по каналам ж и з от шариковых клапанов 10 в полость его пружины.

Шариковые клапаны 10 служат для подвода масла под давлением из линии нагнетания насоса в полость пружины редукционного клапана при срабатывании РПО на увеличение или уменьшение шага винта (соответственно через каналы в и к ж или через каналы д и з). Потоки масла, помогая пружине редукционного клапана, выключают последний из работы, перемещая его вправо до упора, это приводит к увеличению давления в системе и быстрому изменению шага винта.

Перегрузочный клапан 12 перепускает масло на вход в насос по каналу и при достижении в системе давления  $25-26 \text{ кг/см}^2$ .

## 5.7. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА РПО Р-9СМ2 И ВИНТА АВ-2

При равновесной частоте вращения сила упругости конической пружины 5 уравновешена центробежными силами Г-образных грузиков 4, золотник 2 находится в нейтральном положении (рис. 72) и закрывает масло в полостях малого и большого шага винта.

При уменьшении мощности двигателя или высоты полета частота вращения двигателя и ведущего валика 1 уменьшаются. Центробежные силы грузиков уменьшаются и золотник 1 под действием конической пружины 5 перемещается вниз от нейтрального положения (рис. 74).

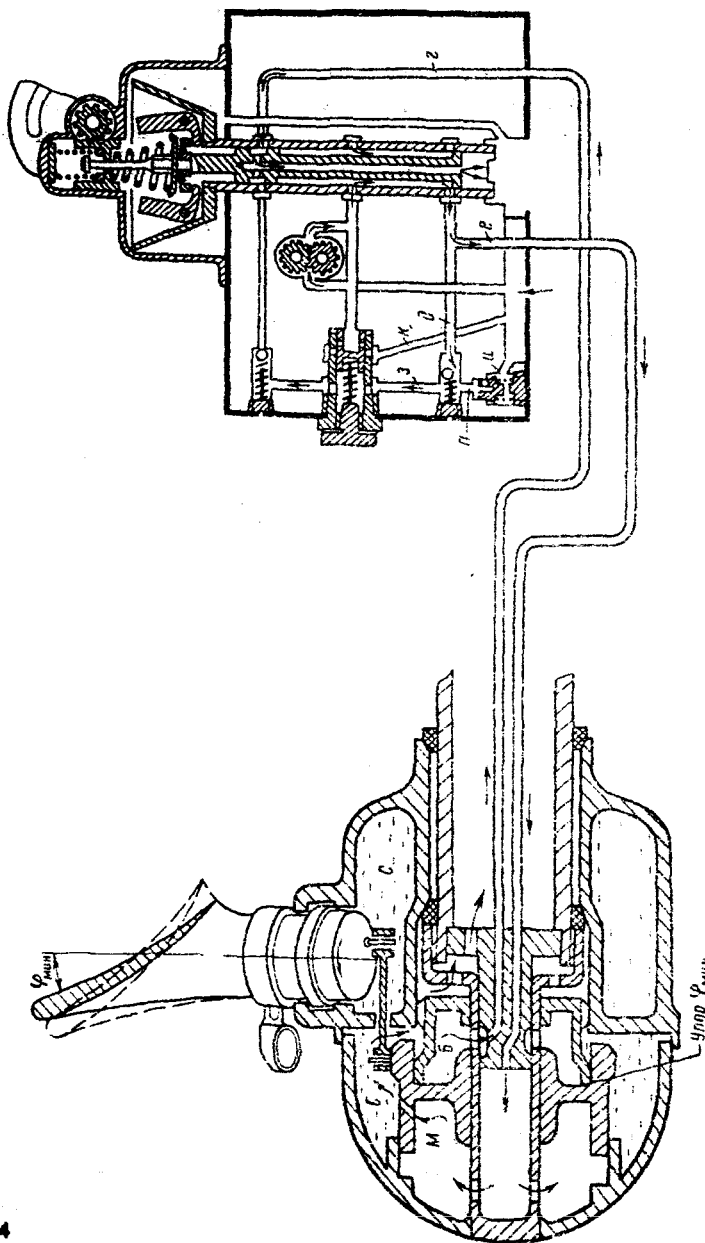
Масло от насоса РПО через нижние распределительные окна ведущего валика и канал е поступает в полость М механизма винта. Поршень винта перемещается вправо, поворачивая лопасти на уменьшение шага. Масло из полости Б винта по каналу г РПО поступает внутрь золотника и сливается в картер. Сопротивление вращению винта уменьшается и частота вращения двигателя увеличивается до восстановления равновесной частоты вращения. Золотник занимает нейтральное положение.

Одновременно масло по каналу д поступает к нижнему шариковому клапану, открывает его и, поступив в полость пружины редукционного клапана, перемещает плунжер вправо до упора. Давление на выходе из насоса увеличивается, что обеспечивает более интенсивный поворот лопастей в сторону уменьшения шага.

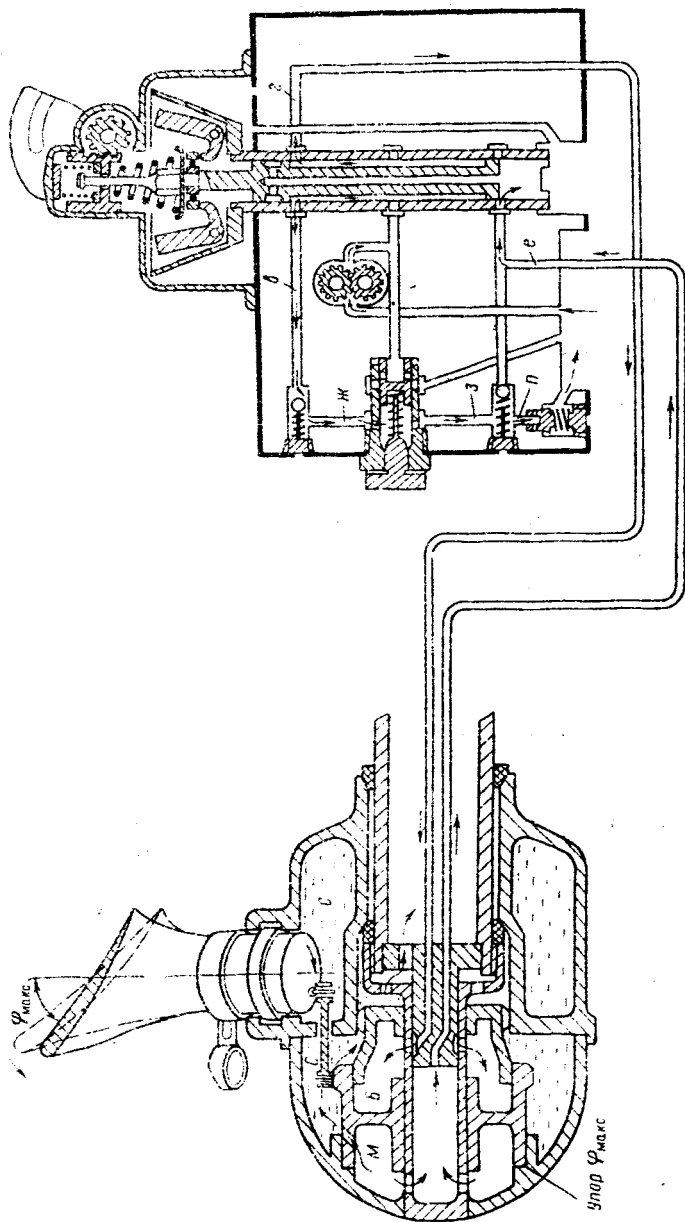
При восстановлении равновесной частоты вращения поступление масла под давлением к шариковому клапану прекращается и клапан садится на седло, закрывая масло в полости пружины редукционного клапана. Давление масла в линии нагнетания повышается до срабатывания редукционного клапана, которое возможно при открытии перегрузочного клапана и слива масла по каналам з, и и н.

С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя по сравнению с заданной равновесной вследствие увеличения давления наддува, скорости или высоты полета центробежные силы Г-образных грузиков поднимают золотник (рис. 75). Средний пояс золотника открывает каналы в и г и масло из насоса регулятора поступает через верхний шариковый клапан в полость пружины редукционного клапана и в полость Б большого шага винта.





Р и с. 74. Схема совместной работы РПО Р-9СМ2 и вилта АВ-2 при уменьшенном шаге вилта



Р и с. 75. Схема совместной работы РПО Р-9СМ2 и двигателя АВ-2 при увеличении шага жигга

Поворот лопастей в сторону большого шага продолжается до восстановления заданной равновесной частоты вращения. Лопастя винта фиксируются в новом положении, а насос регулятора разгружается, как и в предыдущем случае.

### 5.3. РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕВОДОМ ЛОПАСТЕЙ ВОЗДУШНОГО ВИНТА

В положение самого малого шага лопасти переводятся перемещением сектора управления винтом в кабине пилота "от себя" до упора. Шестерня валика ручного управления опускает рейку, сжимающую коническую пружину. Золотник займет крайнее нижнее положение и соединит линию нагнетания насоса регулятора с полостью М винта и полостью пружины редукционного клапана. Лопасти поворачиваются до упора поршня винта при движении его вправо ( $\phi_{\min}$ ).

Все масло из линии нагнетания перепускается через канал д, нижний шариковый клапан, канал в и перегрузочный клапан в линию входа в насос. При этом насос нагружается до максимального давления масла 25-28 кг/см<sup>2</sup>.

Для перевода лопастей в положение самого большого шага рычаг сектора управления регулятором перемещают до отказа "на себя". Шестерня валика механизма ручного управления поднимет рейку, сжимая балансирующую пружину, и золотник под действием центробежных сил Г-образных грузиков переместится в крайнее верхнее положение, соединяя линию нагнетания насоса регулятора с полостью Б винта и полостью пружины редукционного клапана. Поршень винта переместится влево до упора  $\phi_{\max}$ .

Как и в предыдущем случае, масло из линии нагнетания насоса перепускается на линию входа в насос через перегрузочный клапан по каналу в, через верхний шариковый клапан и канал и. Насос работает под нагрузкой 25-28 кг/см<sup>2</sup>.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА.....	3
1.1. Назначение и условия работы масляной системы поршневого двигателя.....	3
1.2. Циркуляция масла в масляной системе.....	5
1.3. Масляная система двигателя.....	8
1.4. Откачка масла из двигателя.....	18
1.5. Суфлящие двигатели.....	18
1.6. Работа и конструкция агрегатов масляной системы двигателя.....	20
2. СИСТЕМА ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ТОПЛИВОМ.....	32
2.1. Схема питания топливом двигателя АП-62ИР.....	32
2.2. Устройство и работа карбюратора АКМ-62ИРА.....	32
2.3. Конструкция карбюратора.....	48
2.4. Воздухозаборник карбюратора АКМ-62ИРА.....	57
2.5. Топливный насос БНК-12БК.....	62
3. СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ.....	66
3.1. Назначение и основные элементы системы.....	66
3.2. Устройство магнето.....	67
3.3. Принцип работы магнето.....	69
3.4. Конструкция магнето.....	73
3.5. Аварийная свеча СД-48ВСМ.....	79
3.6. Коллектор проводов и экранировка системы зажигания.....	80
4. СИСТЕМА ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ.....	82
4.1. Общие сведения.....	82
4.2. Электрический стартер РИМ-У-24ИР.....	83
4.3. Электрооборудование системы запуска.....	85
4.4. Работа системы запуска.....	86
5. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗДУШНЫЙ ВИНТ АВ-2.....	88
5.1. Общие сведения.....	88
5.2. Характеристики воздушных винтов.....	91
5.3. Центробежные силы и моменты, действующие на лопасти.....	93
5.4. Устройство и работа винта АВ-2.....	94
5.5. Основные технические данные и конструкция винта АВ-2 серии 02.....	95
5.6. Устройство и работа регулятора оборотов Р-9СМ2.....	99
5.7. Совместная работа РПО Р-9СМ2 и винта АВ-2.....	103
5.8. Ручное управление переводом лопастей воздушного винта.....	106

**Учебное издание**

**Углов Борис Александрович**

**АВИАЦИОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ АИИ-62ИР.  
СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ**

**Учебное пособие**

Редактор Т. И. Кузнецова  
Техн. редактор Г. А. Усачева  
Корректор Т. И. Щелокова

Лицензия ЛР 020301 от 30.12.96.

Подписано в печать 22.03.2000. Формат 60x84 1/16.  
Бумага газетная. Печать офсетная.  
Усл. п. л. 6,47. Усл. кр.-отт. 6,59. Уч.-изд. л. 6,25.  
Тираж 500 экз. Заказ 82.

Самарский государственный аэрокосмический университет  
им. академика С. П. Королева.  
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

---

ИПО Самарского государственного аэрокосмического  
университета.  
443001 Самара, ул. Молодогвардейская, 151.