



Читальня
АВЛЕНИЕ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО ФЛОТА

А. Г. ДАТНОВ

**АВИАЦИОННЫЕ ТОПЛИВА,
МАСЛА, СМАЗКИ
И ЖИДКОСТИ**



РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ АЭРОФЛОТА
МОСКВА

1947

z 3159

4378
30/9.72

1951 г.

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО ФЛОТА

Инж. А. Г. ДАТНОВ

Читальный зал

662.75 052-

Д. 20

АВИАЦИОННЫЕ ТОПЛИВА,
МАСЛА, СМАЗКИ И ЖИДКОСТИ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ШКОЛ ПИЛОТОВ И АВИАТЕХНИКОВ ГВФ

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
32	4 сверху	,700	0,700
36	27 сверху	(E-6,0	(E=6,0)
36	30 сверху	(E-7,3	(E=7,3)
37	16 сверху	R-26 0-23	R-2600-23
53	6 сверху	100°Ц	100°Ц
58	9 сверху	касторовое МЗ С*	летом касторовое, зимой МЗ С*
58	2 снизу	минимально	максимально
72	7 снизу	„ всего до 180°Ц	„ выше 180°Ц
79	1 снизу	„ 20	— 24
79	2 снизу	выше—20	— 60
79	3 снизу	„ —20	„ — 60



Читальный зал № 1

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ АЭРОФЛОТА
МОСКВА

1947

052-082-3

1961 г.

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГРАЖДАНСКОГО ВОЗДУШНОГО ФЛОТА

Инж. А. Г. ДАТНОВ

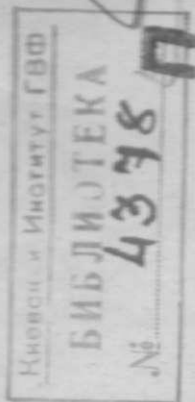
Читальный зал

~~662.75~~ 052-1

Д 20

АВИАЦИОННЫЕ ТОПЛИВА, МАСЛА, СМАЗКИ И ЖИДКОСТИ

ПОСОБИЕ ДЛЯ ШКОЛ ПИЛОТОВ И АВИАТЕХНИКОВ ГВФ



Читальный зал № 1

РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ АЭРОФЛОТА
МОСКВА

1947

052-082-3

АННОТАЦИЯ

Курс «Авиационные топлива, масла, смазки и жидкости» является учебным пособием, составленным применительно к программам школ пилотов и авиационных техников Гражданского воздушного флота.

В книге последовательно изложен материал, касающийся получения, применения и эксплуатации ГСМ.

В конце книги приведен справочный материал.

При составлении книги, помимо других источников, использованы указания, инструкции и информационные листки НИИ ГВФ.

1
1
1

ВВЕДЕНИЕ

Нормальная эксплуатация самолето-моторного парка в значительной степени зависит от правильного применения и качества горючих и смазочных материалов. Вследствие этого знание и соблюдение элементарных правил применения и контроля за качеством ГСМ обязательно для летного и технического состава Гражданского воздушного флота.

Пилоты, авиационные техники и бортмеханики должны знать все сорта отечественных и импортных авиационных топлив, масел, смазок и жидкостей и безошибочно определять, какие из них применяются для имеющихся типов самолетов и моторов.

В аэропортах иногда отсутствуют основные сорта топлив и масел. В этом случае пилот и техник должны знать, каким горючим и маслом можно заменить отсутствующие сорта.

При заправке самолета, когда предъявляется паспорт на заливку в баки горючее или масло, летный и технический состав должен уметь разобраться в этом паспорте и грамотно установить стандартность заправленных материалов.

В случае возникновения каких-либо ненормальностей в работе мотора, вызванных качеством горюче-смазочных материалов, знание свойств последних позволит быстро устранить эти ненормальности и своевременно подготовить самолет к вылету.

Все это обязывает подразделения ГВФ, ведающие подготовкой и переподготовкой пилотов и авиационных техников, наряду с изучением материальной части, вводить в учебные планы также изучение авиационных ГСМ.

Это даст возможность предотвратить происшествия, связанные с качеством ГСМ и улучшит эксплуатацию материальной части.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О НЕФТИ И СПОСОБАХ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗ НЕЕ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

Известно, что большая часть жидкого топлива и смазочных масел, применяемых для авиационных, автомобильных, тракторных и других двигателей, получается из природного продукта — нефти.

Поэтому, прежде чем изучать авиационные топлива и масла, следует хотя бы кратко ознакомиться с нефтью.

ЧТО ТАКОЕ НЕФТЬ?

Нефть — жидкость зеленовато-бурого или черно-бурого цвета, маслянистая, горючая. Встречаются нефти совершенно светлые и совершенно черные. Нефть обладает чрезвычайно характерным запахом, который может служить ее отличительным признаком.

Нефть залегает, главным образом, в песчаниках, глинах, известняках и других осадочных породах земной коры.

Глубина залегания нефти в земной коре — различна и колеблется в пределах от нескольких сот до нескольких тысяч метров. Иногда места, где нефть выходит непосредственно на поверхность земли. Как правило, нефть добывают из недр земли по вертикальным шахтам, которые называются буровыми скважинами, выкачивая специальными глубинными насосами, а также с помощью компрессоров, подающих в скважину сжатый воздух или газ, которые гонят нефть наружу.

ПОНЯТИЕ ОБ АТОМАХ И МОЛЕКУЛАХ

Из физики известно, что всякое вещество состоит из мельчайших, невидимых простым глазом, частичек — атомов или, как их называют, «элементов». Атомы химически соединяются между собой и образуют молекулы. Соединяться между собой могут как атомы одного и того же вещества, так и атомы различных веществ. При этом в первом случае образуются молекулы, по своим свойствам не отличающиеся от свойств самого вещества; во втором случае получаются молекулы совершенно нового вещества.

Поясним сказанное примером. Два атома водорода, соединившись между собой, образуют молекулу тоже водорода. Атомы различных веществ — водорода и углерода, — соединившись между

берем простейший случай, когда имеется однородное вещество — вода.

Если нагреть ~~на~~литую в сосуд воду при нормальном атмосферном давлении до 100°C , она начнет кипеть и превращаться в пар. Продолжая подогрев, можно превратить в пар всю воду. При этом, пока вода полностью не превратится в пар, температура ее еще 100°C подниматься не будет, несмотря на продолжающийся подвод тепла.

Если вместо воды взять нефть, получится иное. Как указывалось выше, нефть вещество неоднородное. Поэтому при ее подогреве все углеводороды испаряться сразу не будут. Сначала начнут испаряться легкие углеводороды, имеющие наиболее низкие температуры кипения. По мере повышения температуры нефти последовательно начнут испаряться группы более тяжелых углеводородов, имеющих более высокие температуры кипения.

Если теперь пары углеводородов каждой группы отдельно собрать (это можно сделать, ведя процесс подогрева, испарения и охлаждения в соответствующей аппаратуре), то получится ряд жидкостей, имеющих различные температуры начала и конца кипения.

Выделенные таким путем из нефти отдельные части называются фракциями. Каждая фракция имеет определенные температурные пределы начала и конца кипения.

Выделив из нефти углеводороды, которые выкипают до температуры 200°C и превратив их в жидкость, получим фракцию, которая называется бензиновой. Углеводороды нефти, выкипающие в пределах температур от 200°C до 270°C , образуют фракцию керосиновую. Таким же способом при температуре от 270°C до 300°C можно выделить из нефти следующую фракцию — газойлево-соляровую.

Остаток нефти после отгона указанных фракций называется мазутом.

Разделение нефти на отдельные части или фракции простым подогревом ее называется прямой перегонкой нефти. Получающиеся при этом продукты называются продуктами прямой гонки.

На нефтеперегонных заводах прямая перегонка нефти производится на специальных установках. В начальный период развития нефтяной промышленности перегонка велась на кубовых батареях, на которых последовательно отгонялись отдельные фракции. В настоящее время перегонка нефти осуществляется на трубчатых установках, где из нефти отгоняют сразу все фракции, выкипающие примерно до 400°C . После этого производят их разделение в аппаратах, называемых ректификационными колоннами.

Аппаратура трубчатых установок значительно совершеннее кубовых батарей и позволяет точнее разделить нефть на отдельные фракции. Эти фракции в заводской практике называются дестиллятами.

Выделенные из нефти прямой ее перегонкой дестилляты — бензиновый, лигроиновый, керосиновый и другие — не являются еще товарными продуктами, т. е. тем бензином, лигроином, керосином,

собой в определенной пропорции, образуют молекулу нового вещества — углеводорода, по своим свойствам отличающегося от свойств углерода и водорода.

Необходимо предупредить, что атомы в свободном состоянии, за редким исключением, не существуют. И, кроме того, соединение атомов между собой и образование молекул происходит химическим путем, а не простым физическим присоединением их друг к другу.

Изучение химических соединений было бы упрощено, если бы атомы различных веществ для образования молекул соединялись между собой один на один.

На самом деле, атомы одних веществ обладают неодинаковой способностью присоединять к себе атомы других веществ. Например, атом кислорода способен соединяться с двумя атомами водорода, образуя при этом молекулу нового вещества — воды. Атом углерода способен соединяться с четырьмя атомами водорода, образуя молекулу углеводорода, и т. д.

СОСТАВ НЕФТИ

Нефть на 97—98% состоит из углерода и водорода, соединенных между собой в самых разнообразных соотношениях. Имеются молекулы, состоящие из одного атома углерода и четырех атомов водорода, из двух атомов углерода и шести атомов водорода, из трех атомов углерода и восьми атомов водорода, из пятнадцати атомов углерода и тридцати двух атомов водорода и т. д. Таким образом, можно сказать, что нефть вещество неоднородное и состоит из смеси самых различных углеводородов. Углеводороды эти отличаются друг от друга не только по количеству атомов углерода и водорода в молекуле, но часто различаются также расположением самих атомов в молекуле.

В зависимости от числа атомов углерода и водорода в молекуле, одни углеводороды, в обычных, нормальных условиях, представляют собой газы, другие — жидкие вещества, третьи — твердые тела. Это значит, что по своим физическим свойствам углеводороды нефти различны между собой. В частности, каждый углеводород имеет свою температуру кипения, т. е. ту температуру, до которой его надо подогреть, чтоб он начал переходить из жидкого состояния в газообразное.

В нефти содержатся почти все известные в химии группы углеводородов, т. е. парафиновые, нафтеновые, ароматические и непредельные.

Процентным соотношением указанных групп углеводородов в нефти определяется качество самой нефти и получаемых из нее продуктов.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ ИЗ НЕФТИ

Получение бензина прямой перегонкой

Получение из нефти разных сортов топлива основано на том, что нефть является смесью различных углеводородов, каждый из которых имеет свою температуру кипения. Для пояснения

которые непосредственно применяются в двигателях. Для получения из этих дистиллатов товарных продуктов их подвергают соответствующей очистке.

Бензиновый или керосиновый дистиллат для очистки закачивают в специальные мешалки, куда добавляют серную кислоту и перемешивают. Серная кислота, химически воздействуя на вредные примеси, имеющиеся в дистиллатах, способствует их удалению.

После обработки дистиллата серной кислотой и спуска отстой продуктов соединения серной кислоты с вредными примесями дистиллат перекачивают в другие мешалки и добавляют щелочи для нейтрализации остатков серной кислоты. После нейтрализации дистиллата щелочью его промывают водой и воду полностью удаляют.

Подобный способ очистки бензина в настоящее время заменен полунепрерывной и непрерывной очисткой при помощи смесителей.

Полученный в результате такой обработки бензин или керосин является окончательным товарным продуктом.

Авиационный бензин прямой гонки получается таким же путем, на той же самой аппаратуре. Разница заключается лишь в том, что для получения автомобильного бензина от нефти отгоняется фракция, выкипающая при температуре до 200°C ; для получения же авиационного бензина отгоняется фракция, выкипающая при температуре до $170\text{--}180^{\circ}\text{C}$.

Кроме того, бензиновый дистиллат для получения из него авиационного бензина подвергают более тщательной очистке.

Получение бензина крекингом нефтепродуктов

Бензины как авиационный, так и автомобильный состоят из наиболее легких углеводородов, входящих в состав нефти. Но так как в нефти содержание легких углеводородов весьма невелико, то количество бензина, получаемое прямой перегонкой, недостаточно для покрытия имеющейся в нем потребности. Это заставило искать новые пути для получения бензина.

Одним из таких путей явился широко известный в настоящее время крекинг нефтепродуктов (крекинг означает расщепление).

Оказалось, что тяжелые углеводороды, входящие в состав мазута, газойля и других нефтепродуктов, подвергнутые воздействию высокой температуры, начинают распадаться (расщепляться) на более легкие углеводороды, т. е. на такие, из которых состоит бензин.

На нефтеперегонных заводах этот процесс проводят на крекинг-установках. В качестве сырья используется мазут, соляр и газойль.

Температура, при которой происходит процесс, зависит от способа крекирования и находится в пределах $450\text{--}500^{\circ}\text{C}$ при давлении до 50 ат.

В результате крекинга мазута или газойля получается ряд новых продуктов, в том числе крекинг-бензин—сырец, известный под названием пресс-дистиллата. В отличие от бензинового дистиллата прямой гонки пресс-дистиллат содержит значительное количе-

ство химических соединений, вредно влияющих на его качество. К таким соединениям относятся: непредельные углеводороды, которые при хранении бензина под влиянием кислорода воздуха осмоляются, а также сера и сернистые соединения.

Присутствие в бензине смолистых веществ и сернистых соединений недопустимо, вследствие чего пресс-дестиллат подвергают весьма тщательной очистке.

Прежде всего пресс-дестиллат обрабатывают крепкой серной кислотой для удаления основных, вредно влияющих на его качество, примесей. Обработанный серной кислотой пресс-дестиллат промывают водой, после чего его нейтрализуют щелочью и вторично промывают водой.

После вторичной промывки пресс-дестиллат подвергают вторичной перегонке, при которой от него отгоняют фракцию, выкипающую при температуре до 200°C . Это и будет окончательный товарный продукт — автомобильный крекинг-бензин.

Поскольку при очистке крекинг-бензина невозможно полностью удалить из него малоустойчивые непредельные углеводороды, он при хранении начинает осмоляться.

Для предупреждения образования смол в крекинг-бензине к нему добавляются специальные вещества, которые повышают устойчивость бензина против смолообразования. Такие вещества называются стабилизаторами или ингибиторами. К ним относятся древесная смола и альфа-нафтол.

Авиационный крекинг-бензин получается на крекинг-установках способом, аналогичным описанному выше, с той только разницей, что при вторичной перегонке пресс-дестиллата, отгоняется фракция, выкипающая до $175-180^{\circ}\text{C}$. Стабилизация авиационного крекинг-бензина проводится в обязательном порядке.

Получение бензина риформингом нефтепродуктов

Крекинг-процесс имеет несколько разновидностей. Будучи в основном сходными между собой, они различаются в деталях (сорт сырья, температура процесса, состав получаемых продуктов).

Одной из таких разновидностей крекинга является риформинг-процесс.

При риформинге сырьем, идущим в переработку, является не мазут или газойль, а тяжелые бензины и лигроины. Температура, при которой ведется процесс, равна $550-560^{\circ}\text{C}$, давление — $20-40$ ат. В остальном риформинг-процесс ничем не отличается от крекинг-процесса.

В результате риформинга тяжелых бензинов или лигроинов и последующей очистки продуктов переработки получается автомобильный или авиационный бензин.

По своим качествам риформинг-бензин лучше, чем крекинг-бензин.

Из приведенного краткого обзора способов получения авиационного бензина следует что непосредственно из нефти авиационный бензин получается прямой перегонкой, а из мазута, лигроина и других нефтепродуктов путем крекинга и риформинга.

Получение высокооктановых компонентов

Бензины прямой гонки, крекинг и риформинг-бензины за последнее время выпускаются заводами как в чистом виде, так и в смеси с высокооктановыми компонентами, такими, как бензол, авиабензол, пиробензол, изоктан и другие.

Цель такого смешения — улучшить соответствующие качества бензинов и увеличить их ресурсы.

Авиабензол и пиробензол получают из керосина посредством процесса пиролиза.

Сущность пиролиза состоит в том, что керосин подвергают нагреву в печах Пиккеринга до температуры 700°C .

При такой температуре происходит сложный одновременный процесс расщепления тяжелых углеводородов керосина на более легкие и образование из них путем соединения новых углеводородов.

При пиролизе в основном получается: газ (40—45%), нефтяная смола и кокс. Нефтяную смолу перегоняют, выделяя из нее ароматические углеводороды: бензол, толуол и ксилол. Смешивая между собой в определенной пропорции бензол, толуол и ксилол, получают авиационный бензол.

Обычно такая смесь содержит: бензола 75%, толуола — 18% и ксилола — 7%. Это будет летний авиабензол. Зимний авиабензол имеет: бензола — 50%, толуола — 35% и ксилола — 15%.

Авиационный бензол, применяемый в качестве авиационного топлива, в основном — не нефтяного происхождения, а получается из каменноугольной смолы, которая образуется как побочный продукт при коксовании каменных углей.

Если при перегонке нефтяной смолы выделять не отдельные углеводороды (бензол, толуол, ксилол), а фракцию с концом кипения 175°C , которая включает в себя, кроме бензола, толуола и ксилола, остальные углеводороды, выкипающие до этой температуры, то получится продукт, который называется пиробензол.

Пиробензол, как и авиабензол, бывает зимний и летний.

Зимний пиробензол отличается от летнего более низкой температурой замерзания. Это достигается добавлением к летнему пиробензолу (при его производстве) большего процента толуола.

Изооктан — углеводород, вырабатываемый из газов, которые получают при крекинге или пиролизе. Процесс его получения довольно сложен, что не позволяет в настоящей книге подробно на нем остановиться.

Получение пусковых топлив

Для запуска мотора при низких температурах, в случае если основное горючее содержит недостаточное количество легких частей, к нему добавляют легко испаряющиеся топлива, известные под названием пусковых топлив.

Добавление пусковых топлив к основному горючему производится как в местах изготовления (на заводах), так и в местах применения (в аэропортах).

Применяемые пусковые топлива нефтяного происхождения — газовые бензины — получают из нефтяных газов, выделяющихся из буровых скважин. Эти газы содержат легкие бензиновые фракции и газообразные углеводороды, способные при охлаждении и сжатии превращаться в жидкость.

Способов получения газовых бензинов из нефтяных газов известно несколько.

По одному способу газ подвергают сжатию, а затем охлаждают и отделяют превращенные в жидкость бензиновые фракции и углеводороды. По другому способу нефтяной газ пропускают через горючее или масло, которые поглощают из него указанные продукты. После этого горючее или масло перегоняют и выделяют из него газовый бензин.

Кроме нефтяных газов, для получения газовых бензинов используются также газы крекинга и риформинга, так как при крекинг- и риформинг-процессах, кроме пресс-дистиллата, получается значительное количество газов, содержащих легкие углеводороды.

АВИАЦИОННЫЕ ТОПЛИВА

ПРОЦЕСС КАРБЮРАЦИИ И СГОРАНИЯ ТОПЛИВА В ЦИЛИНДРЕ МОТОРА

На рисунках 1 и 2 схематически изображены процесс образования топливо-воздушной смеси в элементарном карбюраторе и сгорание ее в цилиндре мотора.

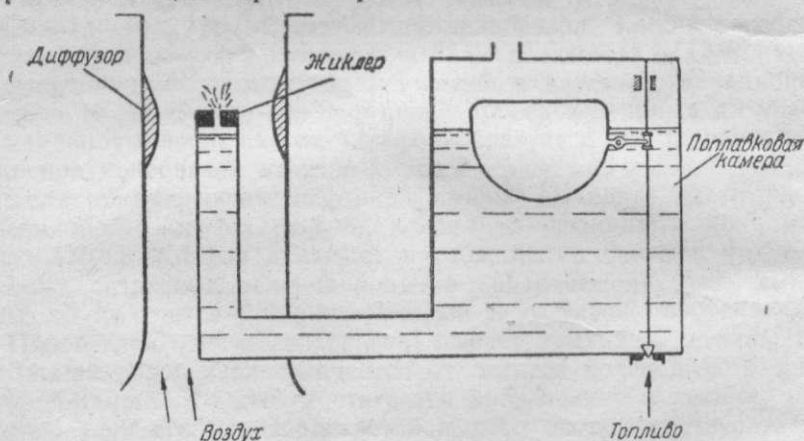


Рис. 1. Схема элементарного карбюратора

В начале работы двигателя воздух, поступающий в карбюратор, проходит через диффузор. Так как диффузор имеет суженную часть, то при прохождении через нее воздуха скорость движения последнего значительно возрастает при одновременном падении давления. Вследствие создающегося разрежения через жиклер начинает подсасываться топливо.

Движущийся поток воздуха подхватывает вытекающее топливо и распыляет его на мелкие капли. Часть топлива при этом испаряется.

Смешение топлива с воздухом происходит за диффузором в смесительной камере. Образующаяся смесь состоит из испарившегося топлива, воздуха и мелких частиц неиспарившегося топлива.

Примерно половина топлива испаряется не в карбюраторе, а на пути от карбюратора к цилиндру, во всасывающем трубопроводе. Окончательное испарение всей массы топлива происходит в цилиндре двигателя.

Цилиндр является той частью двигателя, где происходит процесс сгорания топлива и превращение тепловой энергии в механическую.

Цилиндр представляет собой металлический стакан, внутри которого движется поршень, соединенный с коленчатым валом кривошипно-шатунным механизмом. В головке цилиндра имеются два отверстия, служащие для впуска свежей смеси (впускное отверстие) и вывода продуктов сгорания (выпускное отверстие). Эти отверстия закрываются клапанами.

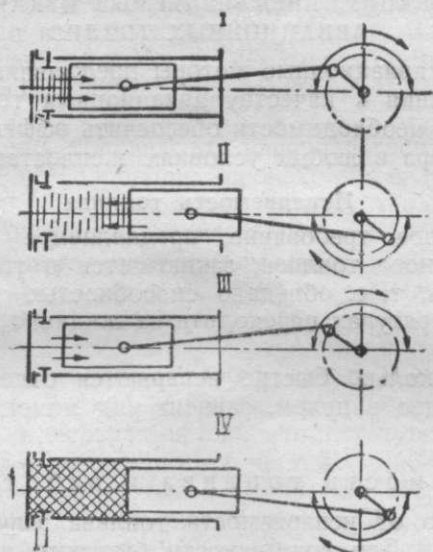


Рис. 2 Схема четырехтактного цикла

Подведенная к впускному отверстию свежая смесь при открытом впускном клапане начинает поступать в цилиндр (положение I, рис. 2). Поршень в это время движется вправо от своего крайнего положения, наиболее удаленного от оси вращения коленчатого вала (верхняя мертвая точка — ВМТ).

Это будет первый такт — всасывание.

Когда поршень приблизится к своему противоположному крайнему положению (нижняя мертвая точка — НМТ), ход всасывания заканчивается и начинается второй ход — сжатие (положение II). При этом ходе поршень движется в обратном направлении и сжимает поступившую в цилиндр смесь топлива с воздухом. Фактически сжатию подвергается новая порция топлива и воздуха, смешанная с остатками неполностью удаленных отработанных газов, так называемая рабочая смесь. В результате сжатия она нагревается до температуры $400-450^{\circ}\text{C}$.

В конце хода сжатия, прежде чем поршень достигнет ВМТ, смесь поджигается электрической искрой и сгорает в чрезвычайно короткий промежуток времени, составляющий сотые доли секунды. Развиваемое при сгорании давление газов заставляет поршень двигаться от ВМТ к НМТ (положение III). Это будет рабочий ход поршня.

При четвертом ходе (положение IV) поршень движется от НМТ к ВМТ; впускной клапан закрыт, выпускной клапан открыт, и продукты сгорания выбрасываются наружу. Выпускной клапан открывается в конце рабочего хода поршня. По достижении поршнем ВМТ выпускной клапан закрывается, открывается впускной клапан, и процесс повторяется аналогично предыдущему.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КАЧЕСТВУ АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

Современные авиационные моторы предъявляют исключительно большие требования к качеству авиационных топлив. Требования эти вытекают из необходимости обеспечить эффективную и надежную работу мотора в любых условиях эксплуатации.

Испаряемость топлива

Первое основное требование, предъявляемое двигателем к качеству авиационного топлива, заключается в том, чтобы оно хорошо испарялось, т. е. обладало способностью при относительно невысоких температурах переходить из жидкого состояния в газообразное.

От того, насколько быстро испаряются отдельные части топлива и все топливо в целом, зависит ряд моментов в работе двигателя.

Испаряемость топлива и работа мотора

Прежде всего от испаряемости топлива зависит быстрота запуска двигателя. Для возможности быстрого запуска в топливе должно быть не менее 10% легких частей, способных переходить в газообразное состояние при температуре 70—80°C. Наличие таких частей даст возможность образовать в карбюраторе свежую смесь даже при холодном двигателе и тем самым обеспечить его запуск.

Следующим моментом в работе двигателя, зависящим от испаряемости, является прогрев запущенного двигателя и его приемистость, т. е. способность быстро и без перебоев переходить, с малых оборотов на большие и увеличивать мощность при открытии дросселя.

Как указывалось в предыдущем разделе, часть топлива, как правило, испаряется на пути от карбюратора к цилиндру. Установлено, что после запуска быстрый прогрев двигателя до температуры, обеспечивающей положенную температуру отдельных его деталей, до перехода на полный газ, возможен только в том случае, если в топливе будет не менее 50% углеводородов, испаряющихся во всасывающем трубопроводе при температуре 105—110°C.

Приемистость двигателя в условиях взлета, а затем полета, будет обеспечена лишь в случае, если примерно 90% топлива достаточно летуча с тем, чтобы к концу хода всасывания полностью переходить в газообразное состояние. Если 90% топлива может превращаться в газообразное состояние при температуре 140—145°C, переход с малого газа на большой будет протекать нормально. В противном случае, т. е. если в топливе имеются тяжелые, трудно испаряющиеся углеводороды, такой переход будет затруднен, а в некоторых случаях двигатель может остановиться.

Для перехода с малых оборотов на большие открывается дроссельная заслонка и увеличивается подача смеси. При резком открытии дросселя и наличии в топливе тяжелых частей оно не успевает поступать за быстро движущимся потоком воздуха, и в цилиндр мотора попадет смесь, в которой требуемое соотношение между топливом и воздухом будет нарушено. В смеси будет воздуха больше, а топлива меньше чем необходимо (бедная смесь). Такая смесь не способна к воспламенению, и мотор может остановиться.

Полное испарение топлива, не испарившегося в карбюраторе и во всасывающем трубопроводе, происходит в цилиндре мотора. Мельчайшие капли его испаряются за счет тепла остаточных газов, имеющих температуру около 800°C.

Содержащиеся в топливе тяжелые части даже при этих условиях испаряются неполностью. Стекая по стенкам цилиндра и попадая за поршневые кольца и в картер, они способствуют разжижению смазки.

От испаряемости топлива зависит также отложение нагара на деталях двигателя. Во избежание нагарообразования все топливо должно полностью испаряться при температуре 170—180°C, не оставляя тяжелых неиспарившихся частей.

Из сказанного можно сделать вывод, что авиационное топливо должно состоять из достаточно летучих частей, которые начинают испаряться при температуре 40—50°C и полностью испаряются при температуре не выше 170—180°C.

Что будет, однако, если топливо начнет испаряться при температуре значительно ниже чем 40°C? Практика показала, что применение такого топлива вызывает ряд ненормальностей в работе мотора. Чрезмерно легкое топливо при высокой температуре начинает испаряться еще до поступления в карбюратор. Пары топлива, попадая в бензопровод, создают там паровые пробки, препятствующие нормальной подаче топлива, вызывая перебои в работе двигателя и даже его остановку.

Такая же картина может получиться при подъеме самолета на высоту, где воздух разрежен и испарение топлива происходит при меньшей чем на земле температуре. Возможность образования газовых (паровых) пробок зависит от качества топлива (легкое оно или тяжелое), высоты полета и конструкции топливной системы (сечение трубопроводов, длина их, количество изгибов и т. д.).

Но не только пусковые фракции, а и та часть топлива, которая испаряется в карбюраторе и во всасывающем трубопроводе,

не должна содержать большого количества слишком летучих частей. Испарение этой части топлива происходит за счет тепла воздуха и окружающих деталей, температура которых вследствие этого понижается. При недостаточном подогреве слишком большое понижение температуры может вызвать обледенение карбюратора. И, наконец, слишком легкое топливо опасно в пожарном отношении.

Вывод: работа авиационного двигателя зависит от испаряемости топлива, которая влияет:

- 1) на легкость запуска двигателя;
- 2) на быстроту его прогрева;
- 3) на способность его переходить с малых оборотов на большие (приемистость);
- 4) на разжижение смазки и нагарообразование;
- 5) на возможность образования газовых пробок в системе бензопитания.

От чего зависит испаряемость топлива

Испаряемость топлива зависит:

- 1) От природы топлива — будет ли это бензин, бензол, спирт и т. д.
- 2) От содержания в топливе легких и тяжелых частей.
- 3) От упругости паров топлива, т. е. давления его паров при данной температуре; чем больше упругость паров топлива, тем лучше оно будет испаряться.
- 4) От качества распыления топлива; более мелкое распыление топлива увеличивает испаряющуюся поверхность и повышает скорость испарения.
- 5) От температуры воздуха и его давления; с повышением температуры испаряемость топлива увеличивается, а с повышением давления она уменьшается (при прочих равных условиях).
- 6) От скрытой теплоты парообразования топлива, т. е. от количества тепла в калориях, которое необходимо сообщить одному килограмму топлива для превращения его в парообразное состояние при температуре кипения.

В авиационных двигателях испарение топлива происходит при температурах, которые ниже температуры его кипения. Парообразование происходит за счет тепла воздуха, который при этом охлаждается. Чем меньше скрытая теплота парообразования, тем лучше будет происходить испарение, так как меньше будет понижаться температура воздуха и всей смеси. Когда скрытая теплота испарения высока, температура свежей смеси может значительно понизиться и резко ухудшить условия испарения.

- 7) От теплоемкости топлива, т. е. от количества тепла в калориях, которое необходимо для нагревания одного килограмма топлива на один °C. Если теплоемкость небольшая, то одним и тем же количеством тепла топливо будет подогрето до более высокой температуры, а следовательно, оно значительно интенсивнее будет испаряться.

Оценка испаряемости топлива

Оценка испаряемости топлива производится двумя способами:
а) разгонкой 100 см³ топлива в стандартном аппарате Энглера и
б) определением упругости паров топлива.

В аэропортах испаряемость проверяется только первым способом. При разгонке 100 см³ бензина в аппарате Энглера отмечают: температуру, при которой топливо начинает кипеть; температуры выкипания 10, 50, 90, 97,5% (конец кипения); остаток топлива от перегонки и потери при перегонке.

Температура, при которой топливо начинает кипеть (температура начала кипения), указывает на наличие в топливе легких частей.

Температура выкипания 10% дает представление о количестве легких частей, характеризует пусковые свойства топлива и возможность образования газовых пробок при работе на этом топливе.

Температура выкипания 50% характеризует, насколько быстро можно прогреть двигатель и обеспечить переход от малых оборотов к номинальному числу оборотов.

Температура выкипания 90% характеризует влияние топлива на приемистость, фиксирует наличие в топливе тяжелых частей, влияющих на распределение смеси по цилиндрам двигателя, возможность разжижения смазочного масла и на нагарообразование.

Температура выкипания 97—97,5% (конец кипения) показывает, насколько все топливо является летучим и может ли оно полностью сгорать без нагарообразования.

Определение испаряемости топлива путем разгонки в аппарате Энглера несколько не соответствует действительному его поведению в двигателе.

О летучести топлива правильнее судить по упругости его паров. Чем больше упругость паров топлива, тем оно легче.

Например, пусковой бензин имеет упругость паров, равную 1000 мм рт. ст., упругость обычного авиационного бензина не превышает 330 мм рт. ст.

Упругость паров строго регламентируется стандартом. Приемка бензина с повышенной упругостью не допускается.

Устойчивость топлива против детонации

Воспламенение и сгорание топлива

Для воспламенения рабочей смеси в цилиндре мотора необходимо, чтобы свежая смесь была составлена в определенной пропорции.

Теоретически это соотношение для бензинов составляет 15:1, т. е. 15 кг воздуха на 1 кг топлива.

Воспламенение смеси в цилиндре двигателя происходит несколько раньше окончания хода сжатия. При этом смесь поджата поршнем и нагрета примерно до температуры 400°C.

Сгорает смесь не сразу по всей массе и не мгновенно, а в некоторый промежуток времени, причем скорость сгорания зависит от температуры и давления, увеличиваясь с увеличением последних.

Как показали исследования, при нормальном сгорании смеси воспламенившаяся от искры часть топлива начинает гореть через 0,001—0,002 секунды после воспламенения.

Образовавшееся пламя (зона горения) передвигается по камере сгорания со скоростью, не превышающей 25—50 м/сек.

По мере приближения к концу камеры сгорания (камерой сгорания или камерой сжатия называется пространство между потолком цилиндра и днищем поршня, когда он находится в ВМТ) скорость движения зоны горения несколько возрастает.

Окончательное сгорание смеси происходит плавно, без взрыва.

Детонационное сгорание топлива

Вторым очень важным требованием, предъявляемым к авиационному топливу, является устойчивость против детонации.

Горение это — химическая реакция соединения с кислородом. Скорость протекания всякой химической реакции возрастает с увеличением давления и температуры. Следовательно, скорость сгорания топлива также увеличивается с увеличением температуры и давления.

Замечено, что когда скорость сгорания достигает некоторого определенного значения, спокойное горение переходит в сгорание со взрывом.

Сгорание топлива, сопровождающееся взрывом, называется детонацией (при детонации скорость сгорания достигает 1500—2000 м/сек). Явление детонации недопустимо в авиационном моторе.

Внешними проявлениями детонации являются: падение мощности двигателя, его перегрев, характерный стук и черный выхлоп от несгоревшего топлива.

Современная наука следующим образом объясняет явление детонации. В процессе сжатия рабочей смеси в условиях высокой температуры и высокого давления малоустойчивые против окисления углеводороды, если они имеются в топливе, начинают окисляться, т. е. соединяться с кислородом воздуха, образуя легко взрывающиеся вещества — пероксиды.

Образование пероксидов может продолжаться и после воспламенения смеси, причем в этот период их образование протекает наиболее интенсивно.

Когда в несгоревшей части топлива скопится большое количество пероксидов, они вызывают взрыв.

В результате взрыва происходит мгновенное распространение пламени, охватывающего всю несгоревшую часть смеси (скорость сгорания резко увеличивается). Нормальное сгорание смеси переходит в детонационное.

Детонация в двигателе приводит к разрушению поршней, клапанов, к нарушению работы ходовых частей, уменьшению мощности, увеличению удельного расхода топлива и перегреву двигателя.

Явление детонации имеет сходство с явлением самовоспламенения: падает мощность мотора, наблюдается стук в цилиндрах, нарушается нормальная работа мотора и т. д. Самовоспламенение происходит по со-

вершенно другим причинам и объясняется появлением в камере сгорания точек с высокой температурой, способствующих преждевременному воспламенению смеси.

Явление самовоспламенения легко отличить от явления детонации, исключив зажигание. Мотор, работающий с детонацией, остановится; мотор, работающий с самовоспламенением, продолжает некоторое время работать.

Теория пероксидов показывает, что явление детонации в основном зависит от химического состава применяемого топлива. Топливо, состоящее из устойчивых против окисления углеводородов, будет, при прочих равных условиях, сгорать без детонации. Наоборот, значительное содержание в топливе малоустойчивых против окисления углеводородов приведет к детонационному сгоранию.

Кроме химического состава топлива, на явление детонации влияют конструктивные особенности мотора и режим его работы.

Если путь, проходимый зоной горения, укоротить, то сгорание произойдет в более короткий срок, и тем самым возможность образования пероксидов уменьшится. Это достигается устройством камеры сгорания сферической формы, расположением свечи в центре камеры сгорания, на одинаковом расстоянии от стенок камеры, или двух свечей, расположенных диаметрально друг против друга, а также уменьшением диаметра цилиндра. Имеет также значение охлаждение камеры сгорания. Чем больше от нее будет отведено тепла, тем больше понизится температура смеси и уменьшится возможность образования пероксидов.

Большое влияние на возникновение детонации оказывает степень сжатия двигателя.

Под степенью сжатия принято понимать отношение полного объема камеры сгорания к объему камеры сжатия. От степени сжатия зависит экономичность и мощность двигателя. Чем больше степень сжатия, т. е. чем больше можно сжать смесь, тем выше будет снимаемая мощность.

Однако увеличивать степень сжатия можно только до определенных пределов.

Для каждого двигателя существует определенная степень сжатия, дальнейшее повышение которой немедленно вызовет детонацию. Увеличивая степень сжатия, мы тем самым сильнее сжимаем смесь, вызывая повышение ее температуры и давления. А это, как известно, ускоряет появление детонации.

Кроме того, сжатая смесь будет содержать в единице объема большее количество пероксидов. С повышением же концентрации пероксидов возможность появления детонации увеличивается.

Факторами, влияющими на детонацию и вытекающими из режима работы мотора, являются следующие:

1. Дросселирование. Как известно, дросселированием достигается уменьшение количества смеси, поступающей в цилиндр во время впуска всасывания. Оно способствует ослаблению детонации, так как при дросселировании снижается давление, а также количество топлива и воздуха, поступающих в мотор.

2. Наддув. При подъеме самолета на высоту плотность воздуха уменьшается. Для поддержания во всасывающем трубопроводе постоянного давления, в целях сохранения мощности на высоте, на двигателе устанавливается нагнетатель. Этот способ сохранения мощности на высоте называется наддувом.

В противоположность дросселированию наддув приводит к увеличению детонации вследствие повышения температуры и давления.

3. Увеличение числа оборотов двигателя. Оно уменьшает детонацию. Это объясняется тем, что с увеличением оборотов сокращается время, необходимое на образование пероксидов.

4. Состав смеси. Возможность появления детонации увеличивается в зависимости от того, на бедной или богатой смеси работает мотор. При работе мотора на бедной смеси детонация проявляется в большей мере и, наоборот, обогащение смеси ослабляет детонацию.

На детонацию оказывают влияние так же нагарообразование в цилиндре двигателя и внешние атмосферные условия: влажность воздуха и атмосферное давление. Отложение нагара в двигателе способствует появлению детонации, ибо с увеличением нагара в цилиндре двигателя ухудшается его теплоотдача, а, значит, повышается температура. Кроме того, при наличии нагара объем цилиндра уменьшается, что вызывает повышение степени сжатия.

Определение октанового числа топлива

Антидетонационные качества топлива проверяются на специальном одноцилиндровом двигателе с изменяющейся степенью сжатия (двигатель Вокеш) и выражаются в условной величине называемой октановым числом.

Определение антидетонационных качеств топлива производится на двигателе Вокеш при определенной интенсивности детонации путем сравнения неизвестного испытуемого образца топлива с известными эталонами. За эталоны приняты два химически чистых углеводорода — изооктан и нормальный гептан. Изооктан обладает очень высокими антидетонационными свойствами, его октановое число принято равным 100. Гептан обладает очень низкими антидетонационными свойствами, его октановое число принято равным нулю.

Изооктан и гептан могут смешиваться между собой в различных пропорциях (40 : 60, 70 : 30, 80 : 20 и т. д.).

При испытании подбирают такую смесь эталонов, которая детонирует на двигателе так же, как испытуемый образец топлива.

Предположим, что антидетонационные свойства испытуемого топлива оказались такими же, как и у смеси, состоящей из 70% изооктана и 30% гептана. Это значит, что октановое число топлива равно 70, т. е. равно процентному содержанию изооктана в его смеси с гептаном.

Октановое число является общепринятой величиной, которой пользуются для определения антидетонационных свойств топлив. При выпуске нового авиационного двигателя обязательно указы-

вается требуемое октановое число топлива. Взаимозаменяемость топлив в основном производится по октановому числу. Топлива, имеющие одинаковые октановые числа взаимозаменяемы.

Применение топлива с более низким октановым числом, по сравнению с требуемым, недопустимо, так как такое топливо вызывает детонацию.

Теплотворная способность

Третье основное требование — авиационное топливо должно иметь высокую теплотворную способность. Теплотворной способностью топлива называется количество тепла, выраженное в больших калориях, которое выделяется при сгорании одного килограмма топлива. Все жидкие топлива нефтяного происхождения состоят из разнообразных углеводородов, каждый из которых имеет свою теплотворную способность. Таким образом, в зависимости от углеводородов, входящих в состав топлива, будет изменяться и его теплотворная способность. Теплотворная способность влияет на величину расхода топлива. Если топливо обладает малой теплотворной способностью, расход его увеличивается, что в свою очередь влияет на дальность полета при определенном количестве заправленного в самолет горючего. Мощность карбюраторного мотора не зависит от теплотворной способности топлива, а определяется теплотворной способностью рабочей смеси, которая примерно одинакова для всех топлив, при одинаковом составе смеси. Наилучшей теплотворной способностью обладают бензины (10 000—10 700 кал).

Другие требования к авиационному топливу

Требования, предъявляемые к качеству авиационных топлив, не исчерпываются указанными выше. Кроме хорошей испаряемости, хороших антидетонационных свойств и высокой теплотворной способности авиационное топливо должно обладать рядом других качеств:

а) Авиационное топливо должно иметь низкую температуру замерзания. Топливо, замерзающее при высокой температуре, нельзя использовать в зимних условиях, особенно на севере и при длительных полетах на больших высотах.

Авиационные бензины обладают достаточно низкой температурой замерзания (ниже минус 60°C). Температура замерзания бензольных топлив значительно выше.

б) Авиационное топливо должно быть стабильным, т. е. должно сохранять свои первоначальные качества при хранении.

Авиационные бензины прямой гонки стабильны и при хранении почти не изменяют своих качеств, если не считать некоторую потерю ими легких частей, улетучивающихся при хранении, и возможное загрязнение механическими примесями. Хуже обстоит дело с крекинг- и риформинг-бензинами. Неустойчивые углеводороды, содержащиеся в крекинг- и риформинг-бензинах, при хранении соединяются с кислородом воздуха (окисляются), и выделяют смолистые вещества.

в) Авиационное топливо не должно содержать воды и механических примесей. Топливо, содержащее воду или механические примеси, заправлять в самолет запрещается. Воду удаляют — летом отстоем и последующим сливом и фильтрацией через замшу, зимой — вымораживанием. Механические примеси удаляются фильтрацией.

г) Авиационное топливо должно быть нейтральным. В авиационном топливе не допускается содержания минеральной кислоты или щелочи. Попадание их в топливо возможно при заводской очистке, если окончательная промывка топлива водой была произведена недостаточно тщательно. Как правило, топлива, поступающие с заводов, всегда нейтральны.

Топливо, содержащее кислоту или щелочь, применять запрещается, так как оно вызывает коррозию деталей двигателя. Исправить топливо, содержащее кислоту или щелочь в эксплуатационных условиях невозможно.

д) Авиационное топливо не должно оказывать корродирующего действия на систему питания, всасывающие и выпускные клапаны, топливные баки и т. д.

е) Авиационное топливо должно быть бесцветным и прозрачным. Исключение составляют свинцовые бензины, окрашенные в красный или синий цвет, а также пиробензольные топлива, крекинг- и риформинг-бензины, имеющие слегка желтоватую окраску.

СОРТА АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ И ИХ КАЧЕСТВО

Авиационные бензины прямой гонки

Авиационные бензины, полученные прямой перегонкой нефти, представляют собой бесцветные, подвижные, легко улетучивающиеся жидкости.

Маркировка всех без исключения авиационных бензинов, отечественных и импортных, производится по октановому числу. Бензин с октановым числом 70 имеет маркировку Б-70, с октановым числом 74 маркировку Б-74 и т. д.

Авиационные бензины прямой гонки почти полностью отвечают тем требованиям, которые предъявляются к авиационным топливам в отношении качества. Они имеют хорошую испаряемость, высокую теплотворную способность, стабильны при хранении, не вызывают коррозии деталей мотора, обладают низкой температурой замерзания. Авиационные бензины прямой гонки имеют однако недостаточно высокие антидетонационные качества (октановое число невысокое). Поэтому в чистом виде они могут применяться только на моторах малых и средних степеней сжатия.

Из чистых авиационных бензинов прямой гонки находят применение авиабензины марок Б-70, Б-74 и Б-78 и вырабатываемый промышленностью в очень незначительных количествах авиабензин Б-59. По своим качествам авиабензины Б-70 и Б-74 сходны между собой. Разница заключается только в октановом числе, которое несколько выше у бензина Б-74, и в упругости паров, которая больше у бензина Б-70. Авиабензины Б-70 и Б-74 применяются в чистом виде и в смеси со свинцовой жидкостью.

Технические условия на авиабензины Б-70, Б-74 и Б-78

		ГОСТ 1012-44		
Константы		Б-70	Б-74	Б-78
1.	Октановое число:			
а)	в чистом виде, не менее	70	74	78
б)	при добавлении 4 мл свинцовой жидкости на 1 кг бензина, не менее	89	92	95
2.	Фракционный состав:			
а)	температура начала кипения в °Ц, не ниже	40	40	40
	" " " " " " " "	75	75	75
б)	10% выкипает при температуре (в °Ц), не выше	88	88	88
в)	50 % " " " " " " " "	115	112	112
г)	10 % " " " " " " " "	150	150	150
д)	97,5 % " " " " " " " "	180	180	180
е)	остаток и потери в сумме (в %) не более	2,5	2,5	2,5
ж)	остаток (в %), не более	1,5	1,5	1,5
3.	Уплотность паров по Рейду, в мм рт. ст., не более	350	330	330
4.	Кислотность (в мг КОН на 100 мл бензина) не более	1,5	1,2	1,2
5.	Температура замерзания (в °Ц), не выше	-60	-60	-60
6.	Фактических смол на 100 мл бензина в мг, не более	3	2	2
7.	Содержание серы (в %), не более	0,05	0,05	0,05
8.	Водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствие		
9.	Механических примесей и воды	Отсутствие		
10.	Проба на медную пластинку	Выдерживает		
11.	Цвет и прозрачность	Бесцветный и прозрачный		

Примечания. 1. Октановые числа бензинов Б-78 и Б-74 без свинцовой жидкости не являются браковочным признаком.

2. С 1 ноября по 1 марта допускается сдача бензина с упругостью паров по Рейду не выше 370 мм рт. ст.

3. К бензинам разрешается добавлять не более 15% пиробензола и бензола.

4. Температуру замерзания нужно определять только в отношении бензинов, содержащих пиробензол, бензол или алкилбензол.

5. На длительное хранение (свыше одного года) закладывается только авиабензин прямой гонки, без примеси риформинг-бензина, пиробензола, алкилбензола или коксохимического бензола.

6. Удельный вес авиационных бензинов браковочным признаком не является.

Авиабензин Б-59 ранее выпускался промышленностью в относительно больших количествах и использовался в качестве пускового топлива, отчасти в чистом виде для маломощных моторов. В настоящее время его производство и применение резко сокращены.

Авиационный бензин Б-78 в последнее время выпускается промышленностью частично как смесь Б-70 с высокооктановыми ком-

понентами, главным образом, изооктаном. Этот бензин является стандартным горючим для мощных авиамоторов. Он применяется в смеси со свинцовой жидкостью.

Как следует из технических условий, качество авиабензина Б-78 сходно с качеством авиабензина Б-74. Они различаются только октановыми числами.

Авиационный реформинг-бензин АРБ-70

Технические условия на авиабензин АРБ-70 и бензин КБ-70

Константы	АРБ-70	КБ-70
	ГОСТ 1012-44 ГОСТ 2069 43	
1. Октановое число		
а) в чистом виде, не менее	70	70
б) при добавлении 4 мл продукта Р-9 на 1 кг бензина, не менее	87	—
2. Фракционный состав:		
температура начала кипения (в °Ц), в пределах	35—75	Не ниже 35
10% перегоняется при температуре (°Ц), не выше	84	88
50% " " " " (°Ц) " "	118	118
90% " " " " (°Ц) " "	150	150
97% " " " " (°Ц) " "	175	175
остаток и потери в сумме (в %), не более	3	3
остаток в %), не более	1,5	1,5
3. Упругость паров по Рейду, мм рт. ст. не более	375	375
4. Кислотность (в мг КОН на 100 мл бензина), не более	1,8	1,8
5. Фактических смол (в мг на 100 мл бензина), не более	3	6
6. Индукционный период (в мин.), не менее	600	800
7. Содержание серы (в %), не более	0,05	0,05
8. Иодное число по Марголесу, не более	80	—
9. Водорастворимых кислот и щелочей, механических примесей и воды	Отсутствие	Отсутствие
10. Температура замерзания (в °Ц), не выше	—60	—

Примечания. 1. В бензине АРБ-70, вырабатываемом из сернистых нефтей второго Баку, допускается содержание серы не более 0,08%.

2. Бензин АРБ-70 предназначен для текущего довольствия со сроком хранения не более 6 месяцев.

3. Для бензина КБ-70, вырабатываемого из сернистых нефтей второго Баку, допускается содержание серы не более 0,015%.

Авиационный реформинг-бензин по своим качествам отличается от авиабензина Б-70 и Б-74. При добавлении к АРБ-70 свинцовой жидкости его октановое число повышается меньше, чем при добавлении такого же количества ее к бензину Б-70. В таких случаях говорят, что бензин АРБ-70 обладает пониженной чувствительностью к антидетонатору. По своему фракционному составу АРБ-70 более летуч, чем Б-70 (упругость паров — 375 мм рт. ст.).

Наиболее характерным качеством бензина АРБ-70 является образование в нем смол в процессе хранения. Так как увеличение

количества смол в бензине пропорционально времени хранения, то бензин АРБ-70 периодически должен проверяться в лаборатории на присутствие в нем смол. Бензин, в котором смолы будут обнаружены в количествах, превышающих допустимое по нормам, заправлять в самолеты не разрешается. Предельный срок хранения его в аэропорту — 6 месяцев. По истечении этого срока им можно заправлять самолеты, только предварительно проверив и установив полную его стандартность.

Крекинг-бензин КБ-70

Бензин КБ-70 имеет характерный запах, по которому его сразу можно отличить от других сортов бензина.

Чувствительность КБ-70 к антидетонатору еще меньше, чем у бензина АРБ-70.

По фракционному составу бензин КБ-70 и АРБ-70 сходны между собой.

Крекинг-бензин подвержен смолообразованию (при хранении) в большей мере чем бензин АРБ-70.

Применение крекинг-бензина с повышенным содержанием смол приводит к их отложению во всасывающей системе, на штоке и тарелке всасывающих клапанов.

Наличие в бензине большого количества смол вызывает также появление нагара на клапанах, поршне, поршневых кольцах и других деталях.

Для заправки самолетов разрешается применять крекинг-бензин КБ-70 с содержанием смол не более 15 мг на 100 см³ бензина.

Замедлить процесс смолообразования в крекинг-бензине можно путем организации соответствующего хранения его: не допускать длительного воздействия на него света, кислорода воздуха и тепла, не хранить его в полупустой таре или в таре с водой и уменьшить число операций по его перекачке.

Высокооктановые компоненты, добавляемые к авиационным бензинам

1. Пиробензол в чистом виде в качестве топлива использовать нельзя, в виду отсутствия в нем легких пусковых фракций (пиробензол начинает кипеть при температуре 82°C). Добавление его к авиабензину производится с целью повысить октановое число бензина, так как сам пиробензол имеет октановое число, равное 87—89.

К отрицательным свойствам пиробензола относится его гигроскопичность, т. е. способность поглощать влагу из воздуха, и низкая температура замерзания. Эти свойства пиробензол сохраняет и в смесях с бензинами (пиробензольные смеси), усложняя их применение. При понижении температуры из пиробензольной смеси, если она до применения не была осушена, начинает выпадать в виде мути растворенная в ней вода. При температурах ниже 0°C, выделившаяся вода замерзает, образуя кристаллы льда. Эти кристаллы, забивая фильтры и бензопроводящую систему, могут привести к остановке мотора. При температуре —35°C из пиробензоль-

ной смеси выпадают кристаллы бензола, которые так же, как кристаллы льда могут забить бензопроводы и нарушить подачу топлива к двигателю. На осушку пиробензольных смесей от влаги до их применения следует обратить особенно серьезное внимание. Зимой осушка производится вымораживанием, летом пиробензольные смеси осушаются хлористым кальцием. Применение пиробензольных смесей в районах с низкими зимними температурами ниже -30°C по указанной выше причине не рекомендуется.

Технические условия на пиробензолы

Константы	Пиробензол зимний	Пиробензол летний
	ОСТ 3.55-40	
Удельный вес при 20°C	0,845	0,845
Начало кипения (в $^{\circ}\text{C}$)	82	82
Выкипает до 100°C (в $\%$), не менее	32	32
" до 120°C (в $\%$),	58	58
" до 140°C (в $\%$),	70	70
Конец кипения (в $\%$), $^{\circ}\text{C}$	175	175
Остаток при разгонке, $\%$	1,0	1,0
Потери при разгонке, $\%$	1,0	1,0
Температура помутнения, $^{\circ}\text{C}$	-5	-5
Температура заморозания, $^{\circ}\text{C}$	-32	-20
Сульфидируется (в $\%$), не менее	80	80
Реакция водной вытяжки	Нейтральная	
Цвет и прозрачность	Бесцветный, прозрачный	

2. **Изооктан** в чистом виде имеет октановое число, равное 100. Он добавляется к авиабензинам для повышения их октанового числа. Изооктан обладает высокой теплотворной способностью и большой стабильностью.

Отрицательные качества изооктана — низкая упругость паров и плохая испаряемость.

В изооктане совершенно отсутствуют пусковые фракции (температура начала кипения равна 90°C), поэтому в чистом виде как топливо его применять невозможно.

3. **Изопентан** — углеводород, добавляемый к авиабензинам для повышения их октанового числа и улучшения испаряемости. В чистом виде он имеет октановое число, равное 90.

Вследствие низкой температуры начала кипения (24°C) и высокой упругости паров (1050 мм рт. ст.) изопентан обладает хорошими пусковыми свойствами, приближающими его к газовым бензинам. Изопентан имеет высокую чувствительность к антидетонаторам.

4. **Неогексан** и алкилбензол добавляются к авиационному бензину, первый — для повышения октанового числа бензина и улучшения его пусковых качеств, второй — исключительно для повышения антидетонационных свойств бензина.

Октановое число неогексана и алкилбензола в чистом виде равно 91.

альфамоноклорнафталина	8	
краски «Судан-IV»	1,5 г/л	свинцовой жидкости
Сейчас свинцовая жидкость выпускается еще марки I-TC, которая имеет в своем составе (в процентах по объему):		
тетраэтилового свинца	63	
этилендибромида	29	
красителя ализарин-цианин зеленый К	0,5 г/л	свинцовой жидкости

Разница между ними заключается в содержании ТЭС, выносите и окраске. Р-9 окрашен в красный цвет, а I-TC — в синий цвет.

Сходной по своему составу и качеству со свинцовой жидкостью марки I-TC является американская свинцовая жидкость марки I-T.

Выпускаемая отечественной промышленностью свинцовая жидкость марки В-20 в качестве присадки используется только для повышения антидетонационных свойств автомобильных бензинов.

Всякая свинцовая жидкость, независимо от марки, очень ядовита, огнеопасна, под действием света и тепла разлагается.

При хранении свинцовая жидкость Р-9 не изменяет своих качеств даже при низких температурах. Жидкость I-TC при температурах ниже -8°C выделяет кристаллы, оседающие на дно тары. Жидкость, содержащую кристаллы, применять для смешивания с бензином запрещается. Такую жидкость необходимо перед употреблением отогреть до $10-20^{\circ}\text{C}$ и перемешать до исчезновения кристаллов.

Свинцовые топлива

Авиационные бензины прямой гонки, крекинга и риформинга и их смеси с высокооктановыми компонентами (пиробензолом, изоктаном и др.) имеют октановое число, недостаточное для современных авиамоторов.

Поэтому моторы, для которых октановое число чистого бензина или топливной смеси недостаточно, эксплуатируются на свинцовых бензинах или топливных свинцовых смесях.

Свинцовыми называются бензины, смешанные со свинцовой жидкостью. От прибавления к бензинам свинцовой жидкости повышаются только их октановые числа. Все остальные качества бензинов остаются без изменения.

Наибольшее количество свинцовой жидкости марки Р-9, добавляемой к бензинам, не должно превышать 4 см^3 (мл) на 1 кг.

При использовании вместо Р-9 свинцовой жидкости марки I-TC максимально допустимое количество ее на 1 кг топлива составляет не более $3,2\text{ см}^3$, так как в свинцовой жидкости I-TC антидетонатора содержится больше чем в свинцовой жидкости Р-9. Один см^3 Р-9 соответствует $0,8\text{ см}^3$ I-TC.

Свинцовые бензины имеют несколько другую маркировку чем чистые бензины. Например, авиабензин Б-70, к которому добавлен

1 см³ Р-9 на кг, обозначается 1Б-70, авиабензин Б-78, смешанный с 4 см³ Р-9 на 1 кг, маркируется 4Б-78 и т. д.

Свинцовые бензины, содержащие Р-9, окрашены в розовый цвет, содержащие 1-ТС — в синеватый.

Составление свинцовых бензинов в аэропортах практически производится:

- 1) в стационарных, механизированных бензохранилищах,
- 2) в отдельных цистернах,
- 3) в автоцистернах и
- 4) в бочках.

Приготовление свинцового бензина состоит из следующих операций:

- а) закачка бензина в смесительную емкость и определение ее веса;
- б) дозировка свинцовой жидкости;
- в) присадка свинцовой жидкости к бензину и
- г) перемешивание.

Определение веса бензина в смесительной цистерне производится прокачкой его через бензиномер с последующим переводом литров в килограммы.

При отсутствии бензиномера количество бензина определяется замером наполнения цистерны. В бочках количество бензина определяется непосредственным взвешиванием.

Дозировка свинцовой жидкости в бензохранилищах, оборудованных специальными смесительными установками, производится механически с помощью «дозеров», имеющих мерное стекло со шкалой емкости. Во всех остальных случаях дозировка свинцовой жидкости производится мензуркой, в которую свинцовая жидкость наливается непосредственно из бочки. Для удобства налива свинцовой жидкости в бочку обычно ввинчивается специальный кран. Кран состоит из пробки, к которой припаяны с одной стороны сливной краник, с другой — трубка с воздушным клапаном на конце. Трубка доходит почти до самого дна бочки и служит для сообщения с атмосферой. Внутри трубки помещен шток-толкатель, открывающий воздушный клапан автоматически при открывании сливного крана.

Бочка с пробкой ставится на козелок и поворачивается краном вниз. После налива свинцовой жидкости в мерную посуду кран закрывается, и бочка поворачивается пробкой вверх.

Кроме того, для налива свинцовой жидкости из бочки можно пользоваться ручным насосом малого размера («гард», «альвейер» №№ 1, 0, 00); оборудованным металлическими трубками — приемной и выкидной.

Отмеренное мензуркой или другим мерником количество свинцовой жидкости для присадки к бензину выливается в бидон с бензином и из последнего, в разбавленном виде, вливается в бочку или автоцистерну. Свинцовая жидкость, вливаемая в большую цистерну, предварительно разбавляется в бочке с бензином и уже из последней выливается в цистерну.

После прибавления свинцовой жидкости к бензину смесь должна быть тщательно перемешана. В стационарных бензиновых хранилищах перемешивание производится с помощью центробежного или ручного насоса, создающего циркуляцию бензина в смесительной цистерне.

В отдельных цистернах перемешивание производится ручным насосом или насосом автоцистерны. Для этого бензин берется всасывающим шлангом со дна цистерны и выбрасывается у верхнего уровня бензина.

Перемешивание должно длиться столько времени, сколько необходимо для того, чтобы насос мог перекачать полуторное количество перемешиваемого бензина.

В автоцистернах перемешивание может быть достигнуто пробегом цистерны по аэродрому. В бочках перемешивание достигается деревянным веслом или перекачиванием бочки.

Подсчет количества свинцовой жидкости, необходимой для добавления к бензину, производится перемножением количества бензина в килограммах на заданное число кубических сантиметров свинцовой жидкости в смеси.

Пример. Составить смесь бензина Б-70 с 2 см³ свинцовой жидкости. Количество бензина в емкости 2900 кг. Необходимо добавить $2900 \times 2 = 5800 \text{ см}^3 = 5,8 \text{ л}$ свинцовой жидкости.

При определении количества бензина в емкости в литрах подсчет необходимого количества свинцовой жидкости производится перемножением количества бензина в литрах на замеренный при данной температуре удельный вес и на заданное число кубических сантиметров свинцовой жидкости в смеси.

Пример. Составить смесь бензина Б-70 с 2 см³ свинцовой жидкости. Количество бензина в емкости составляет 3200 л, замеренный удельный вес бензина равен 0,750.

Надлежит добавить $3200 \times 0,750 \times 2 = 4800 \text{ см}^3 = 4,8 \text{ л}$ свинцовой жидкости.

При составлении смеси бензина со свинцовой жидкостью следует обратить особое внимание на точность составления смеси, так как добавление недостаточного количества свинцовой жидкости приводит к детонации в моторе с вытекающими отсюда последствиями. Добавление же лишнего количества свинцовой жидкости приводит к отложениям окиси свинца на свечах и клапанах, что также нарушает нормальную работу мотора.

При составлении смесей и всяких операциях со свинцовой жидкостью и свинцовым бензином необходимо учесть их ядовитость. Составление свинцовых бензинов и работу со свинцовыми жидкостями разрешается производить только в спецодежде, состоящей из прорезиненного фартука, резиновых рукавиц, резиновых сапог и противогаза. После составления свинцового бензина необходимо всю посуду (воронки, ведра) промыть керосином и сполоснуть бензином.

Если свинцовая жидкость попала на тело, ее надо снять ваткой, смоченной в бензине, и немедленно промыть зараженное место горячей водой с мылом.

Одежда, на которую попала свинцовая жидкость, должна быть вымыта в горячей воде.

Металлические части самолета и мотора, на которые попала свинцовая жидкость, дегазируются керосином или бензином.

Местность, зараженная свинцовой жидкостью, дегазируется хлорной известью, разбавленной водой. Чистой хлорной известью, без добавления воды, дегазировать не разрешается.

Отравляющее действие свинцовой жидкости, точнее тетраэтилсвинца, заключается в том, что последний, проникая через дыхательные пути, царапины и ссадины в коже, накапливается в организме человека, вызывая очень серьезные заболевания нервной системы.

Свинцовый бензин, в виду незначительного содержания в нем ТЭС, не так опасен. Пары свинцового бензина по ядовитости не отличаются от паров чистого бензина, так как в них практически ТЭС нет. Когда свинцовый бензин попадает на кожу, отравление будет сильнее чем при попадании чистого бензина, так как имеющийся в бензине ТЭС будет проникать через кожу в организм и там накапливаться.

При очистке нагара и ремонте моторов, работавших на свинцовом бензине, необходимо учесть, что нагар очень ядовит вследствие наличия в нем большого количества свинцовых соединений (от 20 до 40%). Выхлопные газы вследствие небольшого содержания в них свинцовых соединений практически ничем не отличаются по ядовитости от выхлопных газов, возникающих при работе на чистом бензине.

Влияние свинцовых топлив на двигатель. При работе на свинцовом топливе наблюдаются следующие ненормальности:

а) Повышается нагарообразование. Наибольшее отложение нагара получается на выхлопных клапанах, что часто вызывает их прогорание.

б) Появляется коррозия штока выхлопного клапана, зеркала цилиндров и грибка всасывающего клапана.

в) На свечах отлагаются свинцовые соединения, вследствие этого нарушается их работа.

Американские авиационные бензины Б-95 и Б-100

Кроме отечественных авиабензинов, в СССР эксплуатируются завезенные из США американские высокооктановые бензины Б-95 и Б-100. Эти бензины имеют голубоватую или зеленоватую окраску. Составлены они из бензина прямой гонки с добавлением к нему высокооктановых компонентов и свинцовой жидкости.

В разных партиях бензина соотношение входящих в его состав компонентов различно.

Американские бензины Б-95 и Б-100 имеют хорошую испаряемость и высокое октановое число, благодаря чему они могут применяться для всех типов мощных моторов, имеющих высокие степени сжатия и работающих с наддувом.

Технические условия на американские авиабензины

Константы	Б-95	Б-100
Цвет	Синий	Синий или зеленый
Удельный вес при 20°С	0,710—0,725	0,708— 709
Октановое число	94—95	97—100
Содержание свинцовой жидкости в мл на кг (в пересчете на отечественную), не более . .	3	3
Разгонка по Э глеру	75	75
10% выпадает при температуре (в °С), не выше .	100	100
50%	135	135
90%	135	135
Сумма температур (°С) кипения 10% и 50%, не менее	175	175
Конец кипения (в °С)	1,5	1,5
Остаток (в %), не более	1,5	1,5
Потери (в %), не более	0,1	0,05
Сера (в %), не более	5	5
Смол (в мг), не более	357	357
Упругость паров по Рейду при 37,8°С, в мм рт.ст., не более	—60	—60
Температура замерзания (в °С), не выше		

Высокооктановые смеси

Из высокооктановых смесей имеют применение:
 смесь № 1, состоящая из 60% Б-70, 20% изооктана и 20% неогексана;
 смесь № 2, состоящая из 60% Б-70, 20% алкилбензола и 20% неогексана;
 смесь № 3, состоящая из 60% Б-70, 32% изооктана и 8% изопентана.

В этих смесях изооктан, алкилбензол, неогексан и изопентан добавляются для повышения октанового числа смесей, а изопентан и неогексан, кроме того, для улучшения пусковых свойств бензина.

Все указанные смеси применяются в смеси со свинцовой жидкостью.

Новые технические условия на отечественные авиабензины и новая их маркировка

В настоящее время утвержден новый стандарт на авиабензины и изменена их маркировка. Существенными моментами, отличающими новый стандарт являются:

- введение этилированных (свинцовых) бензинов, уже содержащих свинцовую жидкость;
- новая маркировка, обозначающая сорта авиабензинов шифром в виде дроби.

Числитель показывает октановое число авиабензина, а знаменатель — его сортность при испытании по методу 3—С, оценивающую поведение бензина при работе на богатой смеси. Следовательно, при использовании бензинов, поступающих под новыми марками, необходимо в их шифре ориентироваться на числитель, обозначающий октановое число готового бензина.

Новый стандарт распространяется на авиационные бензины прямой гонки как в чистом виде, так и с добавкой стабилизированного ингибитором авиариформинг-бензина, высокооктановых компонентов и этиловой жидкости. Промышленности разрешено добавлять к бензинам не более 20% бензола, толуола и пиробензола.

При хранении, транспортировке и применении этилированных авиационных бензинов необходимо соблюдать санитарные правила и инструкции, утвержденные Всесоюзной государственной санитарной инспекцией.

Авиабензины должны удовлетворять следующим требованиям:

Физико-химические константы	С о р т а				
	Б-95/130 бакинск.	Б-95/115	Б-92	Б-89	Б 70
1	2	3	4	5	6
1. Содержание свинцовой жидкости (Р-9) в мл в 1 кг бензина, не более	4	4	4	4	0
2. Октановое число, не ниже:					
а) бензина без свинцовой жидкости	—	—	—	—	70
б) при содержании не более 4 мл свинцовой жидкости (Р-9) в 1 кг бензина	95	95	92	89	89
3. Сортность бензина по методу 3—С, на богатой смеси, не ниже	130	115	—	—	—
4. Фракционный состав:					
а) температура начала кипения в °С, не ниже	40	40	40	40	40
б) 10% перегоняется при температуре в °С, не выше .	82	82	88	88	88
в) 50% перегоняется при температуре в °С, не выше .	105	105	105	105	105
г) 90% перегоняется при температуре в °С, не выше .	145	145	145	145	145
д) 97,5% перегоняется при температуре в °С, не выше .	180	180	180	180	180
е) остаток в %, не более .	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
ж) сумма остатка и потерь в %, не более	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
5. Упругость паров по Рейду в мм рт.ст. не, более	330	360	360	360	360
6. Кислотность в мг КОН на 100 мл бензина, не более .	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

1	2	3	4	5	6
7. Температура замерзания в °Ц, не выше	-60	-60	-60	-60	-60
8. Содержание фактических смол в 100 мл бензина в мг, не более	2	2	2	2	2
9. Содержание серы в % %, не более	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
10. Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствие				
11. Содержание механических примесей и воды	отсутствие				
12. Прозрачность	прозрачный				
13. Цвет	в неэтилированном виде бесцветный				

Следовательно, авиабензины сортов Б-95/130, Б-95/115 представляют собой бензин 4Б-78, авиабензин сорта Б-92 является бензином 4Б-74, а авиабензин сорта Б-89 — бензином 4Б-70.

Авиабензины под новыми марками могут поступать в подразделения и в неэтилированном виде. Для неэтилированных авиабензинов сортов Б-95/130, Б-95/115 и Б-92 в паспорте указывается: «неэтилированный», а в скобках дается прежняя марка, а именно:

«Б-95/130 — бакинский неэтилированный (Б-78б)»

«Б-95/115 — неэтилированный (Б-78)»

«Б-92 — неэтилированный (Б-74)»

При эксплуатации необходимо тщательно следить, чтобы не допускать смешения этилированных и неэтилированных бензинов (они легко различаются по цвету).

Для бензина Б-70, вырабатываемого из краснодарских нефтей, устанавливается октановое число не ниже 69.

Для бензинов Б-89 и Б-70, вырабатываемых из дальневосточных нефтей, устанавливается температура выкипания 50% не выше 115°Ц.

Пусковые авиационные топлива

При пониженных плюсовых температурах (+5°Ц и ниже) и температурах ниже 0°Ц для облегчения запуска холодного мотора практикуют подогрев его или добавление к основному горючему специального пускового топлива.

Следует заметить, что ряд моторов запускается при минусовых температурах на основном топливе без подогрева и без применения пусковых топлив, при условии разжижения масла. Разжижение масла позволяет запускать мотор без подогрева до температуры — 30°Ц и даже ниже.

Из пусковых топлив применяются пусковой авиационный бензин марки ПАБ, выпускаемый промышленностью взамен ранее существовавших сортов пусковых бензинов, и аэролин.

Пусковой авиационный бензин применяется для запуска при температуре не выше +5°Ц и обеспечивает запуск холодного мотора до температуры — 35—40°Ц.

На аэролине холодные моторы можно запускать до температур — 30°Ц.

Для запуска холодного мотора на аэролине необходимы специальные пусковые устройства, различающиеся по своей конструкции в зависимости от типа двигателя.

Технические условия на пусковые авиатоплива

Константы	ПАБ ГОСТ 2134-43	Аэролин (НИИ ГВФ)
Удельный вес при 20°C	—	0,690
Начало кипения в°C, не выше	40	25
Выкипает до 100°C в % ₀ , не менее	90	93
Конец кипения, °C	160	100
Остаток в колбе, % ₀	1,5	2,0
Упругость паров по Рейду (в мм рт. ст.), не менее	500—1500	1000
Механические примеси и вода	Отсутствуют	
Испаряемость	Полная	

Топливо для авиационных дизелей

Дизельный двигатель получает все большее применение в авиации.

Это объясняется рядом преимуществ, которыми обладает дизель по сравнению с карбюраторным двигателем. Основными преимуществами дизеля являются: отсутствие карбюратора, возможность работы на тяжелом топливе, экономичность, отсутствие зажигания и др.

В дизельном двигателе топливо впрыскивается непосредственно в цилиндр, где предварительно сжимается чистый воздух, благодаря чему оно нагревается до высокой температуры.

После прекращения подачи топлива происходит воспламенение рабочей смеси. Допускаемая степень сжатия равна 14—18.

Топливо для дизельного двигателя должно обеспечивать бездетонационную его работу, легкий запуск, иметь высокую теплопроводную способность, низкую температуру замерзания, удовлетворительную вязкость и малую гигроскопичность.

В качестве топлива для авиационных дизелей рекомендуется дизельное топливо, соляровое масло, газойль.

В частности, для мотора Ач-30Б рекомендуются в качестве летнего и зимнего топлива: керосин тракторный, газойль и дизельное топливо. Фактически эксплуатация этого мотора разрешена летом на зимнем дизельном топливе, зимой только на керосине, с температурой застывания не выше — 50°C. Керосин можно применять прямой гонки. Применять к нему крекинг-керосин запрещается.

ПРИМЕНЕНИЕ ТОПЛИВ ДЛЯ АВИАМОТОРОВ

1. Авиационные топлива, имеющие одинаковые октановые числа, взаимозаменяемы.

2. Применение топлива с более низким октановым числом, по сравнению с требующимся для данного двигателя, недопустимо, так как вызывает детонацию в работающем моторе.

3. Применение свинцовых топлив для моторов, работающих только на чистых бензинах, не разрешается, потому что приводит к отложению свинца на свечах и клапанах.

Отечественные авиамоторы

Марка мотора	Октановое число	Основное топливо	Заменители основного топлива
М-11, М-11Ф	58	Б-70, КБ-70, АРБ-70	Автобензин
М-88, М-88Б	93	ЗБ-78, 4Б-74	1) Б-95 2) Смесь № 1+3 мл Р-9 3) Смесь № 2 или № 3+2 мл Р-9
М-82	95	4Б-78	
АШ-62ИР	91	ЗБ-74	1) Б-70+4 мл Р-9 2) 50% Б-70+50% пиробензола+3 мл Р-9 3) 85% АРБ-70+15% Б-74+4 мл Р-9 4) 90% АРБ-70+10% Б-95 (или Б-100)+3,5 мл Р-9
М-25	87	ЗБ-70	1) 50% Б-70+50% пиробензола+2 мл Р-9 2) 50% Б-59+50% пиробензола+3 мл Р-9 3) 4АРБ-70
АМ-34, АМ-34Р М-17Ф (Е-7,0) *) МГ-31Ф	70	Б-70	1) КБ-70 2) АРБ-70 3) 50% Б-59+50% пиробензола
АМ-34НБ, АМ-34РНБ М-17 (Е-7,3)	85	ЗБ-70	1) 50% Б-59+50% пиробензола+2 мл Р-9 2) 20% Б-70+80% пиробензола 3) 3АРБ-70
АМ-34ФРНБ	92	4Б-74	
М-100, М100А, М-100АУ	85	ЗБ-70	1) 50% КБ-70+50% пиробензола+2 мл Р-9 2) 50% Б-59+50% пиробензола+2 мл Р-9 3) 20% Б-70+80% пиробензола 4) 3АРБ-70
М-103, М-103У, М-103А	91	ЗБ-74, 2Б-78	1) Б-70+3,5 мл Р-9**) 2) 50% КБ-70+50% пиробензола+3,5 мл Р-9**)
М-105, М-105РА, М-105ПА	94	ЗБ-78, Б-100, 1Б-95	1) 4Б-74*** 2) Смесь № 1+3 мл Р-9 3) Смесь № 2+3 мл Р-9 4) Смесь № 3+3 мл Р-9
М-105ПФ	95	4Б-78, 1Б-95, Б-100	1) Смесь № 1+3 мл Р-9 2) Смесь № 2+3 мл Р-9 3) Смесь № 3+3,5 мл Р-9
АМ-38, АМ-38А	96	4Б-78	1) Смесь № 1+4 мл Р-9

*) Летом рекомендуется самолеты с моторами М-17Ф эксплуатировать на топливах:

1) 0,5 Б-70; 2) 1 КБ-70; 3) 20% Б-59+80% пиробензола.

**) При снижении наддува до 880 мм рт. ст.

***) Летом форсажем не пользоваться, а на номинале наддува не более 800 мм рт. ст.; зимой — на всех режимах без ограничения наддува.

Импортные авиамоторы

Марка мотора	Октано- вое число	Основное топливо
Аллисон	95	4Б-78
V-1710-C-15		Б-95
V-1710-E4		Б-100
V-710F3R		Б-95
Мерлин XX	94	Б-100
Райт-Циклон	91	4Б-78
GR-2600-A5B		3Б-74
Райт-Циклон		2Б-78
R-2600-9	100	Б-100
R-2600-13		4Б-78
R-2600-29		4Б-78
Райт-Циклон	92	4Б-74
R-2600-23		Б-100
Практика-Уитней	100	Б-100
R-1830-92		4Б-78

АЭРОДРОМНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

Качество авиационных топлив определяется на заводе-изготовителе и в дальнейшем проверяется при их приемке аэропортом, хранении и заправке в самолеты.

Во всех этих случаях, качество топлив должно отвечать утвержденным для них стандартам. Топлива, имеющие отклонения от стандарта, к отгрузке с завода не допускаются. В аэропортах отклонение величины отдельных констант от стандарта допускается только в установленных пределах.

Завод-изготовитель определяет все константы, предусмотренные стандартом.

В аэропортах проверяется только часть констант, что объясняется отсутствием необходимости проводить контроль полностью.

При проверке качества авиационного топлива в аэропортах определяются: удельный вес, фракционный состав, нейтральность, цвет и прозрачность, наличие механических примесей и воды. В аэропортах, в которых имеется соответствующая аппаратура, дополнительно определяется: содержание свинцовой жидкости или октановое число.

Для топлив, содержащих пиробензол, определяется температура замерзания, для крекинг- и риформинг-бензинов — содержание в них смол.

После рассмотрения вопроса об авиационных топливах значение каждой из этих констант должно быть совершенно ясно.

Для лучшего усвоения напомним, что характеризует каждая константа и какие отклонения от стандарта допускаются при применении топлив в эксплуатации.

1. Октановое число (контролируется в аэропортах, имеющих двигатель Вокеш) характеризует антидетонационные качества топ-

лива. Допускается отклонение от нормы в сторону понижения не более чем на единицу. Топливо с октановым числом, пониженным на несколько единиц, может во время его применения вызвать детонацию в моторе.

2. Содержание в топливе свинцовой жидкости контролируется для проверки правильности составления свинцового бензина. При пониженном против заданного содержании свинцовой жидкости в моторе может быть вызвана детонация. В обратном случае — при повышенном содержании свинцовой жидкости — произойдет отложение свинца на деталях мотора.

3. Проверка удельного веса дает возможность весьма приблизительно установить сорт топлива и наличие в нем примеси тяжелых фракций. Удельный вес браковочным признаком не является. В ряд стандартов на авиабензин удельный вес даже не включен.

4. Фракционный состав

а) Температура начала кипения топлива показывает наличие в топливе легких частей. Вследствие испарения при хранении температура начала кипения может быть понижена. Допускается отклонение от стандарта на 5°C .

б) Температура выкипания 10% топлива характеризует легкость запуска мотора на этом топливе и возможность образования газовых пробок. Чем ниже эта температура, тем легче запустить мотор. Однако слишком низкая температура выкипания 10% может привести к образованию газовых пробок в системе бензопитания. Допускается отклонение от стандарта не больше чем на 3°C в сторону повышения.

Если температуры начала кипения и выкипания 10% имеют отклонения больше допустимого, но все остальные константы остаются в норме, топливо браковать нельзя.

Летом, при высоких температурах, запуск на таком топливе вполне возможен, зимой его можно исправить добавлением пускового бензина или применением для запуска аэролина.

в) Температура выкипания 50% топлива. Чем ниже эта температура, тем лучше испаряемость топлива. Допускается отклонение от стандарта не более чем на 5°C в сторону повышения.

г) Температура выкипания 90% топлива. Чем ниже температура выкипания 90%, тем лучше его испаряемость и меньше опасность образования нагара и разжижения смазочного масла. Допускается отклонение от стандарта не более чем на 5°C .

д) Температура конца кипения топлива не должна превышать установленную стандартом норму более чем на 10°C . Она показывает, насколько быстро все топливо может испаряться, не оставляя тяжелых, не испарившихся частиц. По температуре конца кипения можно сразу определить примесь к авиационному топливу тяжелых топлив, например, примесь авиабензина к Б-70.

5. По упругости паров, контролируемой на заводе, судят о легкости топлива и возможности образования газовых пробок в системе питания мотора. Отклонений от нормы в сторону повышения не допускается.

7. Температура замерзания топлива для обеспечения нормальной эксплуатации должна быть всегда на 10°C ниже температуры окружающего воздуха.

8. Фактические смолы определяются в крекинг- и риформинг-бензинах и отчасти в пиробензольных смесях. Они характеризуют стабильность топлива. В крекинг-бензинах допускается максимальное содержание смол 15 мг на 100 см³. При повышенном содержании смол в бензине его можно использовать в качестве авиа-топлива, разбавляя свежим бензином с малым содержанием смол.

9. Содержание воды и механических примесей в топливе не допускается. Топливо перед заправкой должно полностью освобождаться от воды и механических примесей.

Проверка качества топлива производится в контрольной лаборатории, и результаты анализа заносятся в паспорт.

Поскольку завод-изготовитель проводит полный анализ топлива, паспорт завода полнее чем паспорт аэропорта.

Контрольная лаборатория аэропорта составляет отдельный паспорт на каждую проверенную партию топлива (цистерну, отдельную партию бочек, БЗ и т. д.). Паспорт имеет следующую форму:

на авиабензин

194 г. аэропорт

№ п/п.	Константы	Результат анализа
1.	Октавовое число	
2.	Удельный вес при 50°C	
3.	Фракционный состав	
	температура начала кипения в °C	
	» выкипания 10 ⁰ / ₀ в °C	
	» 50 ⁰ / ₀ в °C	
	» 90 ⁰ / ₀ в °C	
	» 97,5 ⁰ / ₀ в °C	
	Сумма остатка и потерь, в 0 ⁰ / ₀	
	остаток, в 0 ⁰ / ₀	
4.	Нейтральность	
5.	Фактические смолы	
6.	Содержание воды и механических примесей	
7.	Цвет и прозрачность	

Заключение:

(указывается стандартно или нестандартно по ТУ)

Техник по ГСМ
(лаборант)

(подпись)

В паспорте, выдаваемом контрольной лабораторией аэропорта, в первую очередь указывается октановое число, хотя оно определяется в очень немногих аэропортах. Обычно в этом паспорте указывается октановое число топлива на основании данных паспорта завода.

Работники по горючему в аэропортах должны помнить, что в таких случаях они берут на себя большую ответственность, обязывающую их строго проверять поступающие вместе с горючим отгрузочные документы и паспорт завода-изготовителя. При сливе и хранении горючего нельзя допускать смешения бензинов с различными октановыми числами (напр., Б-70 и Б-78). И тем более нельзя допускать путаницы при заправке самолетов горючим.

Для производства анализа топлива от каждой его партии отбирается проба в количестве 0,5 л.

Пробу отбирают в сухую чистую бутылку, которая закрывается корковой пробкой.

В отобранной пробе последовательно проверяют:

1. Цвет и прозрачность

Для этого из пробы наливают в пробирку горючее и на глаз определяют, какого оно цвета и степень его прозрачности.

Авиационные бензины должны быть бесцветны и прозрачны. Исключение составляют свинцовые бензины, имеющие розовую, зеленоватую или синеватую окраску, крекинг- и риформинг-бензины, которые имеют слегка желтоватый цвет.

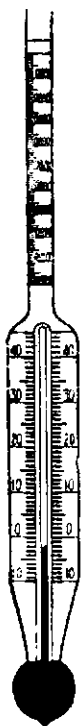


Рис. 3.
Ареометр

2. Удельный вес

Удельным весом называется отношение веса одного кубического сантиметра нефтепродукта при температуре 20°C к весу такого же объема воды при температуре 4°C .

Удельный вес определяется ареометром (рис. 3), представляющим собой полый стеклянный цилиндр с помещенной внутри него шкалой, на которой нанесены значения удельных весов. В нижней своей части ареометр наполнен тяжелым веществом (мелкая свинцовая дробь) для того, чтобы при погружении в жидкость он мог принять вертикальное положение.

Испытуемое горючее, удельный вес которого нужно определить, наливают в стеклянный или жестяной цилиндр и погружают в него ареометр. Это испытание желательно проводить в комнате для того, чтобы топливо приняло комнатную температуру.

Ареометру дают придти в состояние покоя и стараются, чтобы он установился на середине цилиндра.

Цифра, стоящая у деления на шкале ареометра, совпадающая с поверхностью жидкости в цилиндре, и будет показывать удельный вес топлива при температуре определения.

Если удельный вес был определен при какой-то температуре выше или ниже 20°C , то его нужно привести к температуре 20°C , так как во всех стандартах удельный вес дается при этой температуре.

Сделать такой пересчет весьма просто. Для топлив имеются проверенные поправки на удельный вес при изменении температуры на 1°C . Для авиационных топлив эта поправка равна 0,0008.

Предположим, что удельный вес авиабензина, замеренный при температуре $+15^{\circ}\text{C}$, равен 0,730. При 20°C его удельный вес будет меньше 0,730, так как с повышением температуры плотность уменьшается. Это уменьшение удельного веса будет равно температурной поправке на 1°C , умноженной на разницу между 15 и 20, т. е. будет равно $0,0008 \times 5 = 0,004$. Вычитая найденную поправку из удельного веса при 15°C , получим удельный вес бензина при 20°C . Он будет равен $0,730 - 0,004 = 0,726$.

Если удельный вес замерен при температуре выше 20°C , то для определения удельного веса при 20°C вычисленную температурную поправку нужно прибавить к замеренному удельному весу.

Следует помнить, что приведение удельного веса к температуре 20°C требуется только в том случае, когда необходимо установить сорт горючего. В остальных случаях, например, при определении количества горючего в смкоти, удельный вес нужно брать при температуре замера.

3. Нейтральность

Для определения нейтральности в делительную воронку наливают примерно 50 см^3 испытуемого топлива и 50 см^3 дистиллированной воды. Смесь взбалтывают в течение 5 минут, дают ей отстояться и нижний слой (воду) спускают поровну в два стакана или пробирки. Если в топливе была кислота или щелочь, они растворятся в воде и перейдут в нее.

Присутствие в этой воде кислоты или щелочи можно обнаружить с помощью фенолфталеина и метил-оранжа.

Если при добавлении в один из стаканчиков 1—2 капель фенолфталеина вода окрасится в малиновый цвет, это будет означать, что в топливе имеется щелочь. Если при добавлении во второй стаканчик 1—2 капель метил-оранжа вода окрасится в розовый цвет, то это укажет на присутствие кислоты.

4. Механические примеси и вода

Присутствие большого количества механических примесей легко обнаружить на глаз непосредственно в бутылке с пробой. Также можно установить и значительное содержание в топливе воды, которая, как более тяжелая, будет в виде отдельного слоя находиться на дне бутылки.

Наличие незначительного количества механических примесей и воды можно обнаружить, если бутылку с пробой горючего привести в быстрое вращательное движение. Капли воды и частицы механических примесей сразу станут заметны.

В пиробензольных смесях присутствие влаги определяется по их прозрачности. При температуре $+20^{\circ}\text{C}$ топливо прозрачно. Когда температура понизится до $+10^{\circ}\text{C}$, влага, если она в топливе есть, выделится в виде мути.

5. Испаряемость

Упрощенно испаряемость топлива определяется нанесением двух-трех капель его на фильтровальную бумагу. Легкое топливо,

не содержащее примеси автобензина или масла, быстро испарится, не оставляя на бумаге пятен. В лабораториях аэропортов испаряемость топлива проверяется в аппарате Энглера (рис. 4).

На этом аппарате производится разгонка 100 см^3 испытуемого топлива с целью определить температуру начала его кипения и температуры, при которых будут выкипать 10%, 50%, 90% и 97,5% топлива.

Если полученные при разгонке температуры будут совпадать с температурами в стандарте на это топливо, то топливо по испаряемости считается кондиционным.

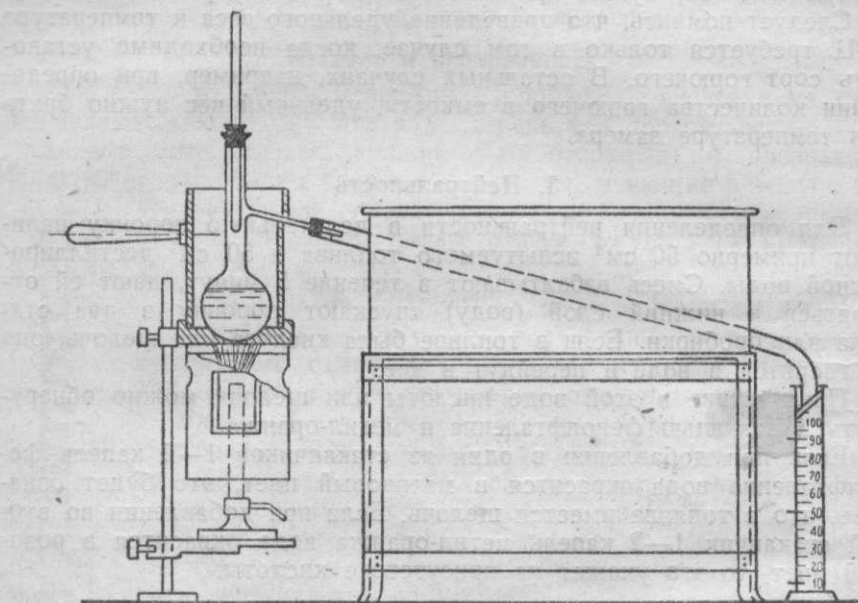


Рис. 4. Аппарат Энглера для разгонки топлива

Проверка испаряемости по упругости его паров в лаборатории аэропорта не производится. Эта константа контролируется заводом-изготовителем.

6. Температура замерзания

Температура замерзания определяется только для бензольных топлив. Для ее определения небольшое количество топлива наливают в пробирку, которую опускают во вторую пробирку большего диаметра. Обе пробирки помещают в стакан с охлаждающей смесью (снег или лед с примесью соли). Внутренняя пробирка имеет пробку с двумя отверстиями. В одно из них вставляется термометр, во второе отверстие вставляется изогнутая проволока, служащая мешалкой.

Охлаждающая смесь будет понижать температуру топлива в пробирке. Когда температура снизится до определенной величины, топливо начнет мутнеть вследствие выпадения воды. Температура,

при которой топливо мутнеет, называется температурой помутнения. Продолжая понижать температуру, можно достигнуть такого ее значения, когда из топлива начнут выпадать кристаллы. Температура выпадения кристаллов топлива называется температурой заерзания.

7. Определение фактических смол

Во взвешенную на аналитических весах стеклянную или фарфоровую чашку наливают 50 см³ топлива и ставят ее на водяную баню с кипящей водой.

Топливо в чашке подогревается кипящей водой и, кроме того, на его поверхность подается струя воздуха из воздуходувки. Скорость подачи воздуха и его количество строго регулируются.

Подогревая топливо и продувая его воздухом, в течение получаса можно добиться полного его испарения, за исключением неиспаряющейся части — смол, которые останутся в чашке.

Количество смол определяется взвешиванием чашки после ее охлаждения.

Разница в весе между чашкой со смолами и пустой чашкой покажет количество смол в пробе топлива. Умножив полученное число на 2 получим содержание смол в 100 см³ испытуемого топлива.

ЗАПРАВКА САМОЛЕТОВ ТОПЛИВОМ

Заправка самолетов топливом производится в аэропортах с помощью бензозаправщиков или ручными насосами из бочек. Заправка из бочек не рекомендуется и допускается только при отсутствии в аэропорту бензозаправщика.

Нежелательность заправки горючего из бочек объясняется тем, что при такой заправке увеличиваются потери горючего, возрастает опасность заправки горючего с водой и механическими примесями и удлиняется время заправки. Опыт эксплуатации показал, что горючее, хранившееся в аэропортах в бочках, в большинстве случаев содержит воду, которая попадает в бочки извне. Даже импортные американские бочки, имеющие на пробках колпачки, содержали в горючем воду, которая обнаруживалась при вскрытии бочек.

В виду этого перед заправкой самолета горючим из бочек необходимо проверить каждую бочку на отсутствие в ней воды и механических примесей. При обнаружении в бочке с горючим воды или механических примесей горючее из этой бочки к заправке не допускается до полного обезвоживания и удаления механических примесей.

Если при проверке бочек с горючим воды в них не окажется, все же рекомендуется при заправке выкачивать горючее из бочек не полностью, оставляя в бочке слой в 5—10 см.

Подготовка горючего к заправке самолетов из бензозаправщика складывается из следующих операций:

1. В бензозаправщик из емкости (или в крайнем случае из бочек) закачивается горючее, предварительно проверенное.

2. После закачки в бензозаправщик топливо дают отстояться в течение 15—20 минут и сливают из отстойников воду, если она

будет обнаружена. Отстой и слив продолжают до тех пор, пока вода в отстойниках перестанет появляться.

3. Бензозаправщик с обезвоженным горючим направляется в контрольную лабораторию, где отбирается проба, в которой проверяются цвет и прозрачность, удельный вес, наличие механических примесей и воды и нейтральность. Если горючее окажется стандартным, на него выписывается паспорт, который вручается шоферу бензозаправщика.

4. Проверенное горючее, имеющее паспорт, направляется к стоянке самолетов для заправки.

Перед началом заправки:

а) Проверяется заземление самолета и бензозаправщика.

Необходимо строго помнить, что в полете, а также при заправке горючим самолет может зарядиться статическим электричеством. В случае прикосновения металлического предмета (например, наконечника шланга) к горловине бензобака, может проскочить искра, от которой воспламенятся бензиновые пары, и произойдет пожар.

б) Проверяется выключение мотора, также во избежание пожара.

При заправке самолета не разрешается проворачивать винт и включать мотор, приводить в действие радио-электроприборы, открывать пробки на бензобаках ударами металлического ключа и проводить другие операции, могущие вызвать появление искры.

в) Спускается вода из отстойников самолета, если таковая в них имеется.

При заправке самолета обязательно присутствие бортового техника или второго пилота, а при заправке самолетов типа По-2 — пилота или авиатехника, обслуживающего самолет. Бортовой техник (или второй пилот) перед заправкой самолета проверяет паспорт на горючее, обращая особенное внимание на октановое число бензина, и дает указание о потребном количестве горючего и в какие баки сколько горючего заливать.

Если заправка производится из бензозаправщика, выкидной шланг которого имеет пистолет, необходимо перед закачкой бензина в самолет проверить, не забит ли сетчатый фильтр пистолета грязью.

При отсутствии на выкидном шланге пистолета заправку производить обязательно через воронку с сеткой, в которую дополнительно в качестве фильтра вкладывается ватша или, в крайнем случае, фильтровальное полотно.

Заправка горючего из бочек ручным насосом производится обязательно через воронку с замшей для задержания воды и механических примесей, которые могут быть в горючем.

При заправке самолета в дождливую погоду или при снегопаде нужно в обязательном порядке закрывать горловину бензобака полотном или чехлом для предупреждения попадания воды в горючее.

Перед заправкой самолетов свинцовым бензином необходимо проверить все шланги и соединения на отсутствие в них течи и

производить заправку только при полной исправности таковых. Категорически запрещается проливать свинцовый бензин на самолет или на землю (следует помнить, что проливать любой бензин, не только свинцовый, является преступлением).

После заправки бензина, в том числе и свинцового, через замшу, ее надо высушить на открытом воздухе, не выжимая ее во избежание порчи.

При заправке самолета пиробензольной смесью надо особенно тщательно следить, чтобы в баках совершенно не было воды.

В ненастную погоду заправку пиробензольной смесью надо производить по возможности быстрее и обязательно закрывая горловину бака чехлом, чтобы избежать поглощения влаги пиробензолом.

Заправку самолета крекинг-бензином следует производить в более короткий срок, не допуская продолжительной стоянки бензозаправщика с крекинг-бензином на солнце, а также избегая воздействия солнечных лучей непосредственно на бензин.

После заправки бортмеханик выписывает на заправленное горючее требование по установленной форме.

Паспорт на горючее и копия требования хранятся у экипажа самолета вместе с полетными документами.

АВИАЦИОННЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА И КОНСИСТЕНТНЫЕ СМАЗКИ

ПОЛУЧЕНИЕ АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

Сырьем для получения смазочных масел является мазут, получающийся после отгона от нефти светлых нефтепродуктов: бензина, лигроина, керосина и газойля.

Для получения из него смазочных масел мазут перегоняют на масляных установках, по своей конструкции сходных с установками для получения светлых нефтепродуктов.

Процесс получения смазочных масел из мазута в основном тот же, что и процесс получения бензина, но имеет некоторые отличительные особенности. Дело в том, что смазочные масла состоят из наиболее тяжелых углеводородов, имеющих высокую температуру кипения. Поэтому для извлечения их из мазута, последний нужно нагреть до высокой температуры. Но, как известно, при высокой температуре начинается расщепление тяжелых углеводородов на более легкие, что в данном случае крайне нежелательно.

Чтобы избежать этого и получить высококачественные смазочные масла, перегонку мазута для получения из него смазочных масел осуществляют при пониженном давлении, что позволяет вести процесс при более низкой температуре. Известно, что с понижением давления температура кипения жидкости понижается.

При перегонке мазута отбираются масла: трансформаторное, веретенное, машинное, автомобильное, цилиндрическое и др.

Остатком от мазута после отгона от него этих масел является полугудрон или гудрон, в зависимости от того, какие смазочные масла от мазута отогнаны.

Полугудрон и гудрон являются сырьем для производства авиационных смазочных масел.

Существуют два основных способа получения из полугудрона авиационных смазочных масел.

По первому способу полугудрон нагревают при значительно пониженном по сравнению с атмосферным давлении и отбирают из него весьма ценные, обладающие высокой смазывающей способностью, авиамасла. Полученные таким способом масла называются

дестиллатными маслами. В настоящее время выпуск промышленно-стью авиационных дестиллатных масел почти не производится.

Широкое применение находят смазочные масла, получаемые другим способом.

По другому способу полугудрон обрабатывают в мешалках серной кислотой и удаляют из него смолисто-асфальтовые соединения. После отстоя нижний жидкий слой, содержащий извлеченные серной кислотой вещества, спускают. Оставшееся кислое масло смешивают со специальной землей (зикеевской или гумбрином) и подают в трубчатую печь, где подогревают до температуры 200—240°C. Зикеевская земля или гумбрин добавляются для нейтрализации остатков серной кислоты, а также для поглощения смолистых веществ, неполностью удаленных из масла серной кислотой. Смесь масла с землей после подогрева в печи несколько раз фильтруют до полного освобождения масла от земли и других примесей. Масла, полученные по этому способу, называются остаточными маслами кислотно-земельной очистки.

Качество масел кислотно-земельной очистки полностью отвечает тем требованиям, которые современные мощные авиамоторы предъявляют к смазывающим материалам.

Для улучшения качества масел кислотно-земельной очистки их, в соответствии с последними требованиями, дополнительно очищают селективными растворителями.

Селективные растворители обладают свойством извлекать вредные примеси, ухудшающие качество масла, в то же время не затрагивая ценных составных частей его. Обработкой масла селективными растворителями удастся значительно улучшить его качество: понижить удельный вес, повысить смазывающую способность, улучшить цвет, понизить температуру застывания и т. д.

В отличие от масел кислотно-земельной очистки эти масла называются маслами селективной очистки.

Масла, получаемые из полугудрона указанными способами, называются минеральными маслами.

Кроме минеральных масел, в авиации применяются, хоть и в незначительном количестве, масла растительного происхождения, в частности, касторовое масло.

Касторовое масло подучается из семян клещевины путем их прессования. Масло, не извлеченное прессованием, дополнительно извлекается вытяжкой спиртом.

Полученное масло очищается, промывается и в таком виде представляет собой авиационное касторовое масло, используемое в качестве смазки.

СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

Качество авиационных масел можно улучшить селективной очисткой только до определенных пределов. Дальнейшее улучшение основных свойств смазочных масел достигается добавлением к маслу присадок, которые улучшают смазывающую способность

масла, его текучесть при низкой температуре и способствуют сохранению маслом своих качеств при хранении и работе в моторе.

ТРЕНИЕ И СМАЗКА

В авиационном двигателе имеется ряд деталей, соприкасающихся между собой своими поверхностями и находящихся в движении относительно друг друга при его работе. Движение двух соприкасающихся поверхностей относительно друг друга вызывает возникновение между ними сил трения, препятствующих этому движению. На преодоление сил трения в двигателе приходится тратить значительную часть мощности, что приводит к уменьшению его полезной отдачи. В современных авиационных моторах потеря мощности на трение составляет примерно 5%.

Для сокращения расхода энергии на трение, предохранения деталей от износа и отвода тепла от подвижных частей между трущимися поверхностями вводят слой смазочного масла, который исключает возможность непосредственного их соприкосновения.

В первый, очень незначительный, промежуток времени, когда двигатель начинает работать и смазка еще не подведена к трущимся поверхностям, происходит трение между собой сухих поверхностей, не разделенных слоем смазки. Такой вид трения называется сухим трением, и в работающем авиационном двигателе он недопустим.

В противоположность сухому трению имеется второй вид трения — жидкостный, — возникающий между движущимися поверхностями, разделенными слоем смазки.

Промежуточный между ними вид трения называется полужидкостным.

Наилучшие условия работы, когда потери на трение и износы деталей минимальны, создает жидкостное трение.

При полужидкостном трении надежная смазка может быть обеспечена, если масляная пленка способна удерживаться на поверхности металла, что обуславливается соответствующим качеством масла.

Создание жидкостного трения и надежной смазки авиационного двигателя достигается:

- а) соответствующей системой смазки и
- б) подбором масла необходимого качества.

Современный авиационный двигатель, работающий в условиях высоких температур и повышенных давлений, предъявляет к смазывающим авиационным маслам жесткие требования.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АВИАЦИОННЫМ МАСЛАМ

1. Авиационное масло должно иметь хорошую смачивающую способность, т. е. способность прочно прилипать к поверхности металла. От этого зависит прочность масляной пленки на трущейся поверхности. Значение липкости масла особенно сказывается при запуске двигателя перед остановкой его, при повышенной температуре, при высоком удельном давлении, в случае резкого изме-

нения скорости и нагрузки, а также при плохой подаче масла. В этих случаях обеспечить смазку и исключить возможность появления сухого трения может только масло, обладающее хорошей липкостью.

Точно установленных методов контроля липкости масла не существует.

2. Авиационное масло должно обеспечить создание жидкостного трения и свести потери мощности на трение до минимальной величины. Выполнение этого требования зависит от вязкости масла. Вязкостью называется внутреннее трение, которое появляется между двумя слоями жидкости при их относительном передвижении. Вязкость смазочного масла должна быть вполне определенной, гарантирующей толщину жидкостного масляного слоя, не допускающей его вытекания и исключающей возможность повышения потерь на трение.

Чем больше вязкость смазочного масла, тем большее нужно приложить усилие для преодоления возникших сил трения и, следовательно, тем выше механические потери в двигателе.

Если вязкость масла недостаточна, толщина смазочного слоя не будет обеспечена, что приведет к полужидкостному трению и повышенному износу деталей.

Авиационное смазочное масло не только должно иметь определенную вязкость, но, что еще более важно, не должно значительно изменять ее с изменением температуры. Желательно, чтобы с понижением температуры вязкость масла не слишком возрастала, так как это ухудшает его эксплуатационные качества: будет затруднен запуск мотора при низких температурах и возрастут потери на трение. С другой стороны, необходимо, чтобы при повышенных температурах масло сохранило свою вязкость и обеспечило смазку горячих деталей двигателя.

Степень изменения вязкости с изменением температуры называется индексом вязкости. Масло, имеющее более высокий индекс вязкости, считается лучшим.

3. Авиационное масло должно быть стабильно и не должно изменять своих качеств даже при повышенных температурах, имеющих место в цилиндре двигателя. Оно не должно образовывать смол и не должно давать значительного нагарообразования.

Смазочные масла, содержащие неустойчивые против окисления углеводороды, при высокой температуре под действием кислорода воздуха, склонны к смолообразованию. Отлагаясь в маслопроводе и на фильтрах, эти смолы нарушают правильную циркуляцию масла в двигателе. Попадая вместе с маслом в цилиндр двигателя, смолы обугливаются, покрывая стенки цилиндра и дно поршня слоем нагара. Это приводит к уменьшению объема камеры сгорания и, как следствие, может привести к детонации.

Коксование масла в канавках поршневых колец приводит к пригоранию последних. Кольца теряют подвижность, перестают держать давление в конце хода сжатия, и двигатель теряет компрессию.

Стабильность масла зависит от химического состава нефти, из которой масло получено, и от качества обработки масла при его производстве.

4. Авиационное масло должно быть совершенно нейтральным и не должно оказывать корродирующего действия на детали двигателя.

5. При длительном хранении качество авиационного масла не должно изменяться.

Выполнение требований, предъявляемых к авиационным маслам, обеспечивается соответствующим качеством выпускаемых промышленностью авиационных масел.

КАЧЕСТВО АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАБОТУ МОТОРА

1. Цвет и прозрачность

Авиационные смазочные масла прозрачны. Мутный цвет масла указывает на присутствие в нем влаги.

Цвет минеральных масел (при рассмотрении в проходящем свете) различен. Имеются масла светложелтые, зеленоватые, темно-красные и другие. Касторовое авиамасло слегка желтоватого цвета.

Чем светлее масло, тем лучше оно очищено при его производстве.

2. Содержание механических примесей и воды

В смазочном авиационном масле присутствие механических примесей и воды недопустимо. Вода ухудшает смазывающую способность масла.

При подогреве масла, содержащего воду, последняя вспенивается, и масло выбрасывается. Зимой вода выпадает в виде кристаллов, забивая маслопровод и фильтры.

Наличие механических примесей в масле вызывает повышенное нагарообразование, ухудшение смазки и закупорку маслопроводящей системы и фильтров.

3. Удельный вес

По удельному весу можно приблизительно судить о сорте масла. Влияния на работу двигателя эта константа не оказывает.

4. Нейтральность

Смазочное масло считается нейтральным, если в нем отсутствуют минеральные водорастворимые кислоты и щелочи, которые могут остаться в масле при его очистке на заводе. Масла, содержащие кислоту или щелочь, к эксплуатации непригодны, так как вызывают коррозию деталей двигателя.

5. Вязкость

Влияние вязкости масла на работу мотора рассмотрено в предыдущем разделе. Различают три вида вязкости: кинематическую, динамическую и условную.

Динамической вязкостью называется сила сопротивления двух слоев жидкости площадью 1 см^2 , находящихся на расстоянии 1 см друг от друга и перемещающихся относительно друг друга со скоростью 1 см/сек .

Единицей динамической вязкости является пуаз, представляющий собой вязкость жидкости, оказывающей взаимному перемещению двух слоев жидкости площадью 1 см^2 , находящихся на расстоянии 1 см друг от друга и перемещающихся относительно друг другу со скоростью 1 см/сек , сопротивление силой в 1 дину. Сотая часть пуаза называется сантипуаз.

Кинематическая вязкость — есть отношение динамической вязкости к плотности при той же температуре. Единицей кинематической вязкости является стокс. Сотая часть стокса называется сантистокс.

Условной вязкостью или числом градусов Энглера называется отношение времени истечения из вискозиметра Энглера 200 мл испытуемого продукта при данной температуре ко времени истечения 200 мл дистиллированной воды при температуре $+20^\circ\text{C}$.

Имеются разработанные таблицы, с помощью которых можно произвести перевод кинематической вязкости в условную и обратно.

При лабораторном контроле вязкость авиационных масел определяется при 50°C и 100°C . В последних стандартах на авиамасла вместо величины вязкости при 50°C дается ее отношение к величине вязкости при 100°C .

Вязкость отечественных авиационных масел марок МЗ и МЗС должна быть при 100°C не ниже $2,25$ градусов Энглера. Для летних масел вязкость при 100°C выше и составляет $2,9—3,15$ градусов Энглера.

6. Температура вспышки

Температурой вспышки масла называется температура, при которой пары масла, нагреваемого в определенных условиях, образуют с окружающим воздухом смесь, вспыхивающую при поднесении к ней пламени.

Температурой воспламенения масла называется температура, при которой масло, нагреваемое в определенных условиях, загорается при поднесении к нему пламени и горит не менее 5 минут.

Температуры вспышки и воспламенения характеризуют испаряемость масла (присутствие в нем легких частей), определяющую его огнеопасность.

Свежие минеральные авиационные масла имеют температуру вспышки $200—240^\circ\text{C}$. Отработанные авиационные масла имеют пониженную температуру вспышки вследствие наличия в них следов горючего.

7. Температура застывания масла

Температура застывания масла характеризует поведение масла при низких температурах и возможность его применения в зимних условиях и в северных районах.

Масло с низкой температурой застывания легче подготовить для заправки в самолет.

Зимние отечественные авиамасла (минеральные) имеют температуру застывания до -30°C .

8. Коксуемость

Отлагающийся на деталях мотора нагар содержит в себе твердые частицы, называемые коксом.

Склонность масла к нагарообразованию в некоторой степени зависит от коксообразующей способности масла.

Прямой зависимости между интенсивностью коксообразования и нагарообразованием нет.

В авиационных маслах допускаемое содержание кокса не превышает 0,35% для селективных масел и 0,7% для масел кислотнo-земельной очистки.

9. Зола

Золой называется остаток, получающийся после сжигания и прокаливания масла. Она представляет собой неорганическую часть масла.

В авиационном масле кислотнo-земельной очистки содержание золы не превышает 0,004%, в маслах селективной очистки содержание золы снижено до 0,003%.

Чем выше зольность масла, тем больше оно будет способствовать нагарообразованию в двигателе.

10. Кислотность

В масле, кроме неорганических минеральных кислот, могут присутствовать кислоты органические, попадающие в масло из сырья.

Если присутствие неорганических кислот в масле недопустимо, то органические кислоты в масле допускаются в определенных количествах, узаконенных стандартом.

Органические кислоты повышают липкость масла, и в этом отношении их присутствие в масле желательно. Отрицательные качества органических кислот заключаются в том, что они способствуют быстрейшему окислению масла, увеличивая этим смоло- и нагарообразование. Кроме того, они оказывают корродирующее действие на детали мотора. По этой причине наличие их в масле строго ограничено.

Поведение масла в моторе неполностью определяется его константами, которые контролируются лабораторным путем. Для таких констант, как липкость масла и его стабильность, имеющих исключительно большое влияние на работу двигателя, фактически не разработано точных методов оценки. Поэтому для правильного суждения о поведении масла в моторе проводятся 100-часовые стендовые испытания и последующая опытная эксплуатация самолета на испытуемом масле.

Результаты таких испытаний позволяют сделать всесторонний вывод о качестве масла и о возможности эксплуатации мотора на данном сорте масла.

Технические условия на авиамасла МК, МС, МЗС и МЗ

Константы	ГОСТ 1013-41		ТУ 18-42	
	авиамас- ло МК	авиамас- ло МС	авиамас- ло МЗС	авиамас- ло МЗ
Удельный вес при 20°C, не выше	0,905	0,895	0,890	0,905
Вязкость при 100°C:				
а) кинематическая в сантистоксах, не менее	22,4	20,2	14,3	14,3
б) соответствующая ей условная в градусах Энглера, не менее	3,15	2,9	2,25	2,25
Отношение кинематической вязкости в сантистоксах при 50°C к кинематической вязкости в сантистоксах при 100°C, не более	8,75	7,85	6,55	7,0
Температура вспышки по Мартенс-Пенскому (в °C), не ниже	230	225	200	180
Разность температур вспышки по Бренкену и Мартенс-Пенскому (в °C), не более	20	20	20	20
Кислотное число (в мг КОН на 1 г масла), не более	0,1	0,07	0,25	0,1
Коксуемость по Конрадсону (в %), не более	0,7	0,3	0,35	0,6
Золы в %, не более	0,004	0,003	0,003	0,004
Цвет по Дюбоску (в мм), не менее	20	30	16	18
Температура застывания (в °C), не выше	-14	-11	-30	-22
Содержание механических примесей, воды, водорастворимых кислот и щелочей	Отсутствуют			

СОРТА АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

Авиационные масла минерального происхождения

Из отечественных минеральных масел в авиации применяются масла кислотнo-земельной очистки и масла селективной очистки. К маслам кислотнo-земельной очистки относятся: летнее масло марки МК, выпускавшееся ранее под марками МД и СО, и зимнее масло марки МЗ, выпускавшееся ранее под маркой Д-17. Из масел селективной очистки применяются: летом — масло марки МС, выпускавшееся ранее под марками МДС и СС, и зимой — масло марки МЗС, выпускавшееся ранее под маркой Д-17С.

По своим качествам масла кислотнo-земельной очистки хуже масел селективной очистки.

Масла селективной очистки имеют пониженное содержание кокса и золы, более стабильны при работе в моторе.

Масла селективной очистки — высококачественные и могут применяться на всех без исключения отечественных моторах.

Масла растительного происхождения

Из отечественных авиамасел растительного происхождения в авиации применяется касторовое масло.

Касторовое масло имеет весьма ценное свойство — хорошую липкость. Липкость касторового масла значительно превосходит липкость минеральных масел.

Однако отрицательные свойства касторового масла снижают его ценность как смазочного материала и заставляют отказаться или резко ограничить его применение.

К отрицательным свойствам касторового масла относятся:

1) Отсутствие постоянной температуры застывания. Касторовое масло изменяет свою температуру застывания в зависимости от условий. Свежее касторовое масло может первый раз застыть при температуре —14—16°C. Будучи отогрето и вновь охлаждено, оно застывает при температуре —6—8°C. Температура, необходимая для превращения застывшего касторового масла в жидкое, с каждым разом все повышается. В зимних условиях такое свойство масла создает большие трудности при эксплуатации.

2) При высоких температурах в моторе, работающем на касторовом масле, наблюдается пригорание колец и отложение нагара на деталях, причем нагар более клейкий и плотный чем при минеральном масле.

3) Повышенная кислотность, исключаяющая возможность применения этого масла в качестве предохранительной смазки.

В настоящее время касторовое авиационное масло применяется только на моторах типа М-85 и М-88.

Технические условия на авиационное касторовое масло

Константы

О С Т 466

Цвет при 20°C	Бесцветно или со слабожелтым оттенком
Прозрачность при 20°C	Полная
Удельный вес при 20°C	0,950 - 0,970
Иодное число	82-88
Число омыления	176-186
Кислотное число (в мг КОН на 1 г масла), не более	1,6
Вязкость по Энглеру:	
при 50°C, не более	17,3
при 90°C, не менее	3,2
Температура вспышки по Мартенс-Пенскому (в °C) не менее	240
Минеральных кислот и щелочей, воды и механических примесей	Отсутствие
Зола (в %), не более	0,008
Растворимость при 20°C и нормальном давлении	В 96-процентном этиловом спирте растворяется полностью

Американские авиационные масла

Американские авиационные масла по некоторым своим свойствам превосходят отечественные авиамасла и могут применяться для всех типов импортных и отечественных авиамоторов.

В СССР из США поступают пять основных сортов авиационных смазочных масел.

1. Сорт 1065. Вязкость по Энглеру при 100°Ц равна 1,9—2,1. Это масло американцы рекомендуют применять при очень низких температурах без разжижения.

2. Сорт 1080. Вязкость по Энглеру при 100°Ц равна 2,2—2,5. Это масло сходно с отечественным зимним авиамаслом марки МЗС. Оно известно под названием «зимнее импортное».

3. Сорт 1100 (импортное промежуточное). Вязкость по Энглеру при 100°Ц, равна 2,7—3,0. Это масло соответствует отечественному авиамаслу МС.

4. Сорт 1120. Вязкость по Энглеру при 100°Ц равна 3,3—3,6. Рекомендуются для авиамоторов летом (импортное летнее).

5. Сорт 1150. Вязкость по Энглеру при 100°Ц равна 4,0—4,5. Может использоваться летом при очень высоких температурах.

При определении сортности американского масла следует руководствоваться исключительно его вязкостью при 100°Ц. Руководствуясь одной только маркировкой на бочках или указаниями в отгрузочных документах, можно допустить большую ошибку. Практика показала, что маркировка бочек с маслом, поступающих из США, самая разнообразная и иногда не соответствует их содержанию.

Качества американских авиационных масел

Константы	Сорт 1065	Сорт 1080	Сорт 1100	Сорт 1120
Вязкость по Энглеру при 98,9°Ц	1,9—2,1	2,2—2,5	2,7—3,0	3,3—3,6
Индекс вязкости	100	100	95	95
Температура вспышки (в °Ц), минимум	215	232	243	254
Температура застывания (в °Ц), максимум	— 18	— 18	— 12	— 7
Содержание кокса (в %).	0,6	0,9	1,2	1,5
Кислотность (в мг КОН на 1 г масла), не более	0,1	0,1	0,1	0,1
Реакция		Нейтральная		
Число омыления	0	0	0	0
Серы (в % по весу), не более	0,5	0,5	0,5	0,5
Зола	0	0	0	0

СРОКИ СЛУЖБЫ МАСЕЛ, ИХ СЛИВ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Смазочное масло, заправленное в самолет, при работе мотора претерпевает целый ряд изменений, сказывающихся на его физико-химических свойствах. Во время заправки, особенно в условиях пыльных аэродромов, масло, несмотря на принимаемые меры предосторожности, загрязняется воздушной пылью. При работе в двигателе масло загрязняется кусочками нагара, водой, мельчайшей металлической пылью от трущихся деталей и горючим.

Свежее масло после нескольких часов работы в моторе приобретает черный цвет. Это объясняется его окислением и загрязнением примесями. При окислении масла происходит изменение его химического состава. В масле образуются смолы, кислоты и асфальтовые вещества.

Осмоление масла делает его клейким и густым. Изменяются физико-химические свойства масла: ухудшается его смазывающая спо-

способность, повышается удельный вес, понижается температура вспышки, увеличивается коксовое число, зольность, механические примеси. Поэтому, через 10—50 часов работы масла в двигателе, оно должно сливаться и заменяться свежим.

Для различных типов самолетов, в зависимости от времени года и покрытия аэродрома, устанавливаются сроки службы авиамасла в моторе. В самолетах С-47, имеющих в маслобаках колодцы для быстрого прогрева масла, слив масла производится через 50 часов.

В самолетах Ли-2 и Р-5, не имеющих в маслобаках колодцев, слив масла производится через 25 часов, а на пыльных аэродромах через 10 часов.

В самолетах По-2 слив масла производится через 50 часов, а на пыльных аэродромах через 25 часов.

В особых случаях слив масла может производиться вне зависимости от срока работы масла в моторе. Масло, слитое с самолета досрочно, считать отработанным нельзя. Его необходимо профильтровать и использовать как свежее.

В аэропортах слив отработанного масла с самолетов, как правило, производит авиатехник, обслуживающий самолет.

При сливе необходимо твердо помнить:

а) Отработанное масло надо сливать в сухую чистую тару. Сливать масло в бочки, содержащие остатки горючего, воду, грязь и т. п., запрещается.

б) Нельзя допускать разлива масла на землю или на самолет.

в) Для каждого сорта сливаемого масла надо иметь отдельную тару; смешение различных сортов масел между собой не разрешается.

г) Бочку надо заполнять маслом не полностью, оставляя несколько сантиметров свободного пространства.

д) Бочку после заполнения отработанным маслом надо закрыть пробкой, надписать на днище сорт и сдать работнику ГСМ аэропорта, технику по ГСМ или заведующему бензоскладом.

Отработанные авиационные масла регенерируются (восстанавливаются). Регенерированные авиамасла по своим качествам почти ничем не отличаются от свежих масел. Использовать их разрешается в смеси со свежим маслом после анализа и установления их стандартности. Количество регенерированного масла, которое разрешается добавлять к свежему, не должно превышать 25%.

РАЗЖИЖЕНИЕ АВИАЦИОННОГО МАСЛА БЕНЗИНОМ

Зимой, при низких температурах, особенно в условиях севера, при подготовке самолета к вылету тратится много времени на подогрев моторов.

В этих случаях по прибытии самолета в порт и остановке на почевку смазочное масло с самолета сливается, и самолет вновь заливается маслом перед вылетом.

Для ускорения подготовки самолета к вылету и уменьшения количества операций, связанных с подогревом моторов, сливом и

заправкой маслом, иногда применяется разжижение масла горючим непосредственно в баках самолетов.

Разжижение масла бензином снижает его вязкость и температуру застывания. Это позволяет не сливать масло с самолетов и относительно легко запускать холодные моторы при температурах до минус 30°C.

При температурах ниже 30°C, несмотря на разжижение при длительной стоянке или ночевке, рекомендуется масло с самолетов сливать.

В зависимости от температуры окружающего воздуха и сорта заправленного масла устанавливается степень разжижения масла бензином, обеспечивающая запуск мотора:

1) При температуре от +5°C до -10°C к летним авиамаслам МК и МС добавляют 10% бензина по объему. Зимние масла МЗ и МЗС при этих температурах могут не разжижаться.

2) При температурах от -10°C до -30°C к авиамаслам МК и МС добавляется 20% бензина по объему. К авиамаслам МЗ и МЗС добавляется 10%.

Разжижать масло можно любым сортом авиабензина, включая свинцовый.

Учитывая потери на испарение, надо вводить в масло бензин несколько больше чем указано выше.

Разжижение следует производить при температуре масла на входе не выше 50°C.

Разжижение масла бензином производится следующим образом: переводят работу мотора на малый газ, температуру масла на входе в мотор доводят до 35—40°C, если мотор был остановлен, его запускают вновь и на несколько минут открывают кран, регулирующий подачу бензина в масло.

О степени разжижения судят по продолжительности открытия крана и по падению давления масла.

В конце процесса разжижения переключают два-три раза винт с малого шага на большой и обратно и останавливают мотор.

Если самолет не имеет приспособлений для разжижения масла, необходимое количество бензина вливают в маслобак вручную. После 4—8 минут работы мотора на 800—1000 оборотов и 2—3 переключений винта, мотор останавливают.

При температурах окружающего воздуха от +5°C до -10°C летнее масло разжижают в один прием. При температурах от -10°C до -30°C летнее масло разжижают в два приема. Интервал между двумя разжижениями должен составлять 15—20 минут.

ПРИМЕНЕНИЕ МАСЕЛ ДЛЯ АВИАМОТОРОВ

1. Авиационные моторы, для которых основным смазочным являются масла селективной очистки, эксплуатировать на маслах кислотнo-земельной очистки не разрешается.

2. Авиационные моторы, для которых основным смазочным служат масла кислотнo-земельной очистки, могут эксплуатироваться и на маслах селективной очистки.

Отечественные авиационные моторы

Марка мотора	Основное смазочное масло		Заменители основного смазочного масла	
	летом	зимой	летом	зимой
М-11, М-11Ф	МК, МС	МЗ, МЗС	Импортное летнее	Импортное промежуточное или зимнее
М-88, М-88Б	Касторовое, МЗС*)		МК, МС*)	Импортное промежуточное или зимнее
АШ-62ИР	МК, МС	МЗ, МЗС	Импортное летнее	"
М-25	"	"	"	"
АМ-34, АМ-34Р, АМ-17Ф (Е=6,0) МГ-31	"	"	"	"
АМ-34НБ, АМ-34РНБ М-17 (Е=7,3)	"	"	"	"
АМ-34ФРНБ	"	"	"	"
М-100, М-100А, М-100АУ	"	"	"	"
М-103, М-103У, М-103А	"	"	"	"
М-105, М-105РА, М-105И1А	"	"	"	"
М-10 ПФ	"	"	"	"
АМ-38, АМ-35А	"	"	"	"
М-82, АШ-82Ф	"	"	"	"

Импортные авиамоторы

1. Аллисон: V-17 0-C-15 V-1710-35 (Е=4) V-1710-39 (F ² R) V-1710-73 (F4R) V-1710-63 (r=6) V-1710-85 (Е=19) V-17 0-81 (F-20R) V-1710-83 (Е=18) V-1710-93	Импортное летнее МК ¹⁾	Импортное промежуточное МС ²⁾		
2 Райт-Циклон CR-2600-A5B и других серий	Импортное летнее, МК	Импорт.промежуточн. ³⁾ Импортное летнее или МК		
3 Прайт Уитней R-1830-2	Импортное летнее	Импортное летнее	МС ⁴⁾	МС ⁴⁾

*) Эксплуатация мотора на минеральном масле разрешается только после обработки первых 15 часов на касторовом масле.

г) На масле МК минимально допустимая температура масла на входе в мотор — 85°С и рекомендуемая температура в пределах 65—80°С.

3. Применение летнего масла зимой допускается, применении зимнего масла летом запрещается.

4. Американские авиационные масла разрешается применять для всех типов моторов в зависимости от марки масла и времени года.

5. При переходе с касторового масла на минеральное масло баки и маслосистему нужно обязательно промыть минеральным маслом.

АЭРОДРОМНЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АВИАЦИОННЫХ МАСЕЛ

Авиационные масла, так же как и топлива, проверяются в контрольной лаборатории аэропорта.

При приеме авиамасла в аэропорту проверяются его основные константы, и результаты анализа сопоставляются с данными паспорта завода-изготовителя.

Прием масла аэропортом допускается, если данные анализа и паспорта завода совпадают или имеют незначительное расхождение.

При хранении масла в аэропорту его качество периодически проверяется. Перед заправкой масла в самолет производится его дополнительная проверка.

К заправке в самолеты допускаются только кондиционные авиамасла.

При транспортировке и хранении авиамасел в аэропорту возможно небольшое изменение их качества. Если эти изменения незначительны и не влияют на надежность работы двигателя, использование их для заправки в самолеты разрешается.

Существуют разработанные допуски отклонений отдельных констант от стандарта, которыми можно руководствоваться в аэропортах при заправке авиамасел в самолеты.

Отклонения эти следующие:

Удельный вес. Поскольку удельный вес браковочным признаком не является, отклонение его величины от стандарта значения не имеет.

Вязкость. Вязкость по Энглеру при 50°Ц. Разрешается применять авиамасло, имеющее пониженную вязкость при 50°Ц не более чем на 2° Энглера для масел селективной очистки и не более чем на 4° Энглера для масел кислотно-земельной очистки. При этом вязкость масла при 100°Ц и температура его вспышки должны быть в допускаемых пределах.

Вязкость по Энглеру при 100°Ц. Допускается понижение вязкости на 0,1° Энглера для зимних масел и на 0,2° Энглера для летних масел при условии, что вязкость при 50°Ц и температура вспышки

2) На маслах МС и импортном промежуточном допустимая температура масла на входе в мотор — 75°Ц и рекомендуемая в пределах 60—70°Ц.

3) Максимально допустимая температура масла на входе в мотор — 75°Ц и рекомендуемая в пределах 60—70°Ц.

4) На масле МС максимально допустимая температура масла на входе в мотор — 75°Ц. рекомендуемая в пределах 60—70°Ц.

находятся в допускаемых пределах, а остальные константы масла находятся в норме.

Температура вспышки по Бренкену. Допускается понижение температуры вспышки масла до 230°C.

Кокс по Конрадсону. Допускаемое повышение коксового числа для масел селективной очистки не должно быть более чем 0,2, для масла кислотно-земельной очистки не более чем 0,4. При этом все константы должны быть в норме, и только вязкость может быть повышена в допускаемых пределах.

Зола. Разрешается применять авиамасла с зольностью, повышенной по сравнению со стандартом не более чем на 0,002.

Кислотное число (в мг КОН на 1 кг масла). Допускается отклонение от стандарта не более чем 0,1 мг КОН на 1 г масла.

Температура застывания. Летом по температуре застывания браковать масло нельзя. Зимой допускается повышение температуры застывания на 3°C.

Минеральные кислоты и щелочи. Присутствие минеральных кислот и щелочей в масле не допускается. Масло, содержащее кислоту или щелочь, должно браковаться.

Механические примеси и вода. Как правило, механические примеси и вода в масле не допускаются. Как исключение допускается применение масла, содержащего механические примеси не более 0,01 %.

В контрольной лаборатории аэропорта определяются следующие константы авиамасла: цвет и прозрачность, удельный вес, нейтральность, наличие механических примесей и воды, вязкость и температура вспышки. Для регенерированных масел дополнительно проверяется кокс и зола.

Все эти константы проверяются как при приеме масла аэропортом, так и при хранении его в аэропорту.

Перед заправкой масла в самолет проверяются: удельный вес, нейтральность, присутствие механических примесей и воды, цвет и прозрачность.

Для производства анализа масла (как и топлива) от определенной партии масла отбирается проба в количестве 0,5 л, в которой последовательно проверяется:

1. Цвет и прозрачность — определяются непосредственно в пробе на глаз. Масло должно быть прозрачно и иметь цвет в зависимости от сорта и происхождения.

2. Содержание механических примесей. Для определения присутствия в масле механических примесей наливают масло из пробы в пробирку и на глаз определяют присутствие механических примесей. Если оно густое, его предварительно подогревают. Если механические примеси в масле обнаружены и требуется установить количественное их содержание, отвешивают некоторое количество масла и растворяют его в бензине или керосине. Раствор фильтруют через бумажный фильтр, взвешенный предварительно на аналитических весах. После промывки и просушивания фильтр вторично взвешивают. Разница в весе между вторым и первым взвешиванием даст вес механических примесей.

3. **Наличие воды.** Присутствие в масле воды можно заметить непосредственно в пробе. Вода в виде капель будет оседать на стенках бутылки.

Для качественного определения присутствия воды в масле наливают в пробирку масло и слегка подогревают его на огне. При наличии в масле воды слышен характерный треск. Количественное определение воды в масле производится в аппарате Дина и Старри.

4. **Удельный вес** определяется ареометром. Для этого масло предварительно доводится до комнатной температуры. Если масло очень вязко, его подогревают.

5. **Нейтральность.** Для определения нейтральности масла берут 50 см³ масла, подогревают до температуры 70—80°С и взбалтывают в течение 5 минут с 50 см³ дистиллированной воды, подогретой до той же температуры. После отстоя нижний водный слой спускают в две пробирки. В одну из них добавляют несколько капель фенолфталеина, а в другую — несколько капель метил-оранжа. Если окрашивания не произойдет, то масло нейтрально. Если от фенолфталеина водный слой окрасится в малиновый цвет, то в масле присутствует щелочь. Окрашивание метил-оранжем водной вытяжки в розовый цвет указывает на присутствие кислоты.

6. **Вязкость.** В лабораториях определяется кинематическая вязкость. Определение производится в приборах, называемых вискозиметры Оствальда.

7. **Температура вспышки** по Бренкену. Температура вспышки в заводских лабораториях определяется в аппаратах Мартенс-Пенского и Бренкена. Разница между этими аппаратами заключается в том, что аппарат Мартенс-Пенского закрытого типа и получающиеся во время подогрева масла легкие пары не улетучиваются. Аппарат же Бренкена открытый, и легкие пары в нем не задерживаются. Поэтому температура вспышки, получаемая в аппарате Мартенс-Пенского, ниже температуры вспышки, получаемой в аппарате Бренкена.

В лабораториях аэропортов температура вспышки определяется в аппарате Бренкена (рис. 5). Само определение температуры вспышки производится следующим образом.

Масло наливают в фарфоровый или железный тигель определенных размеров. Тигель помещается в железную чашку с мелким песком (песчаная баня) и подогревается. Масло, нагреваясь, начинает испаряться. К поверхности жидкости подводят пламя зажигательной лампочки и наблюдают, когда произойдет вспышка паров масла. Температура, при которой пары масла в смеси с воздухом вспыхивают, и будет температурой вспышки.

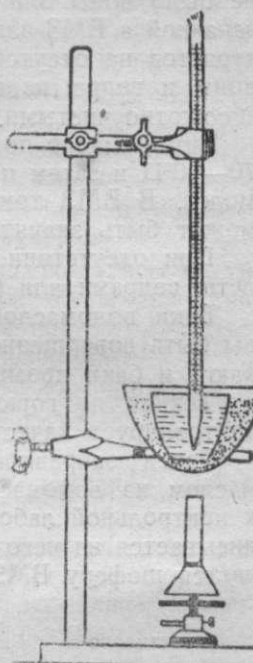


Рис. 5.
Аппарат Бренкена.

ЗАПРАВКА САМОЛЕТОВ МАСЛОМ

Заправка самолетов маслом производится из маслозаправщиков, водомаслозаправщиков и вручную из бидонов или ведер. Последний способ заправки наименее рекомендуемый, так как при неаккуратности заправщиков в масло могут попадать вода и механические примеси. Кроме того, в условиях низких температур горячее масло будет остывать во время его доставки в ведрах из водомаслогрейки.

Летом закачка масла в МЗ (маслозаправщик) или в ВМЗ (водомаслозаправщик) производится непосредственно из бочек.

Партия бочек, из которых берется масло, предварительно проверяется в лаборатории, и паспорт на нее хранится на бензоскладе.

При закачке масла необходимо следить, чтобы на днищах бочек не было воды или грязи, которые могут попасть в масло. Перед закачкой в ВМЗ или водомаслогрейку каждая бочка с маслом проверяется на отсутствие в ней механических примесей и воды. Бидоны и ведра, из которых производится заправка, должны быть абсолютно чистыми.

Зимой масло подогревается в водомаслогрейке до температуры 70—80°C и затем поступает в ВМЗ для дальнейшей заправки в самолет. В ВМЗ температура масла поддерживается подогревом и может быть значительно повышена.

При отсутствии в аэропорту ВМЗ масло заправляется в самолеты ведрами или бидонами из водомаслогрейки.

Баки водомаслогрейки, в которых подогревается масло, должны быть совершенно чистыми. Масло из баков периодически спускают, и баки промывают.

Техник по горючему или лаборант аэропорта систематически контролирует качество масла в водомаслогрейке.

Перед заправкой самолета водомаслозаправщик, наполненный маслом из водомаслогрейки (или летом из бочек), направляется к контрольной лаборатории, где проверяется качество масла и выписывается на него паспорт по установленной форме, который вручается шоферу ВМЗ или заправщику.

Паспорт

на авиамасло

(марки)

аэропорт

Константы

Результаты анализа

1. Удельный вес при 20°C

2. Вязкость ε_{60}

» ε_{100}

3. Температура вспышки по Бренкену

4. Нейтральность

5. Наличие механических примесей и воды

Заключение: (указывается, стандартно или нестандартно масло)

Техник ГСМ

(лаборант)

194 г.

(подпись)

Перед заправкой самолета маслом надо обязательно проверить исправность шлангов, чистоту и исправность фильтра в пистолете чистоту воронок. Масло заливается через воронку с сеткой.

Присутствующий при заправке бортмеханик проверяет паспорт на масло, дает указание о потребном его количестве и выписывает требование на заправленное количество.

Паспорт и требование на заправленное в самолет масло хранятся у экипажа вместе с остальными полетными документами.

КОНСИСТЕНТНЫЕ СМАЗКИ

Для смазки ряда деталей применение масел бывает иногда затруднено или совершенно невозможно по причинам, зависящим от конструкции детали: жидкое масло не может удержаться на трущейся поверхности или не может быть к ней подано. В таких случаях смазочное масло заменяется густыми мазями, которые называются консистентными смазками.

Применение консистентных смазок требуется еще тогда, когда трущимся поверхностям приходится работать в пыльных и влажных условиях, когда жидкая смазка нежелательна и, наконец, когда работа протекает при высоких температурах.

Сырьем для изготовления консистентных смазок служат растительные масла — сурепное, хлопковое, касторовое — и жиры — свиное сало, говяжье, баранье и др. Обязательной составной частью всякой консистентной смазки является минеральное масло.

Большинство консистентных смазок представляет собой минеральное масло, загущенное мылами. Мыла получают варкой жира со щелочью или известковым молоком.

Наиболее простая схема изготовления консистентной смазки представляется в следующем виде:

В варочный котел заливают определенное количество растительного масла и такое же количество минерального масла. Содержимое котла нагревают и перемешивают, а затем добавляют известковое молоко. Когда мыло сварится, добавляют остальное требующееся по расчету количество минерального масла. Готовую мазь спускают в мешалку, перемешивают и охлаждают.

Консистентные смазки подразделяются в зависимости от того, какое мыло входит в их состав. Различают смазки:

- 1) Кальциевые, служащие для смазывания холодных деталей, а также деталей, работающих в условиях средних температур.
- 2) Натриевые и калиевые, предназначенные для смазки деталей, работающих в условиях высоких температур.
- 3) Смазки на металлической основе.
- 4) Немыльные консистентные смазки, которые получают простым смешением жидкого масла с твердыми жирами.

Кроме того, имеются специальные смазки: низкотемпературные, графитные и защитные.

Наименование смазки	Внешний вид	Цвет
Аэрофлот-70	Вазелинообразная, однородная, маслянистая смазка	—
ГОИ-54	Однородная, вазелинообразная смазка	—
НК-30	—	От светложелтого до темнокоричневого
КВ	Вазелинообразная, однородная мазь	От белого до светлоричневого
Солидол специальный А (зимний)	Мягкая, совершенно однородная мазь	От светложелтого до темнокоричневого
Солидол специальный Б (летний)	Однородная, маслянистая мазь, в тонком слое прозрачная	От светложелтого до темнокоричневого
НК-50	Однородная, маслянистая мазь	—
Консталин	Плотная, консистентная мазь, нелокнислой структуры	От светлоричневого до темнокоричневого
Смазка ГСА	—	—
Смазка 1/13	Однородная, маслянистая мазь	От светложелтого до темнокоричневого
Технический вазелин	—	Темнокоричневый
Пушечная смазка	—	От светложелтого до темнокоричневого
Антикоррозийная смазка № 59	—	—
Бензоупорная смазка Аэрофлот Бензо-У	Однородная, маслянистая, липкая смазка	Темнокоричневый или черный

ПРИМЕНЯЕМЫХ В АВИАЦИИ

Температура каплепаде- ния по Убеллоде в °Ц, не ниже	Пенетра- ция по Ричард- сону, 25°Ц	Зола, в %, не более	Механиче- ские примеси, не более	Вода в %, не более	Свобод- ная щелочь	Коррозийные испытания на сталь, алюми- ний, дюраль выдерживает в течение
60	—	3,2—3,6	Отсутствие	—	—	48 часов (при 50° и 60 °Ц)
60	225—260	0,02	Отсутствие	Отсут- ствие	Отсут- ствие	72 часа
90	290—360	2,2	0,03	0,3	0,1	—
120	275—325	—	Отсутствие	0,2	0,1	12 часов при 50°Ц
60	275—325	2,0	0,025	2,0	—	—
90	150—200	3,5	0,025	2,5	—	—
200	170—225	7	—	0,3	0,15	72 часа
130	225—275	4	Отсутствие	0,5	0,2	48 часов
120	250—300	2,5	Отсутствие	Отсут- ствие	—	—
120	175—210	—	Отсутствие	0,75	0,2	72 часа на сталь- ной пластинке 24 на бронзовой
40—50	—	0,07	0,025	Отсут- ствие	—	—
45	—	0,07	—	Отсут- ствие	—	30 часов при 50°Ц на сталь- ных пластинках
—	—	0,07	Отсутствие	Отсут- ствие	—	—
60	—	—	—	То же	—	—

Оценка качества консистентных смазок

Консистентные смазки оцениваются по следующим константам: температура каплепадения по Убеллоде, пенетрация по Ричардсону, содержание золы, содержание воды и механических примесей, нейтральность.

а) По температуре каплепадения смазки судят об ее устойчивости при высокой температуре. Смазка должна иметь такую температуру каплепадения, которая может обеспечить работу трущихся деталей в течение продолжительного времени при высокой температуре. Смазка с низкой температурой каплепадения быстро расплавится и вытечет.

б) Пенетрация смазки позволяет определить, насколько она плотна. Для механизмов и деталей, работающих с большими нагрузками, требуется более плотная смазка. Для деталей с малой нагрузкой плотность смазки должна быть меньшей.

в) По сравнению со смазочными маслами консистентные смазки имеют повышенную зольность, достигающую до 5—7%.

г) Содержание воды в консистентных смазках различное. В высокоплавких смазках воды содержится небольшое количество (0,2—0,3). В солидолах содержание воды доходит примерно до 2%.

д) Механические примеси в смазке недопустимы. Содержание в смазке щелочи допускается до 0,15%.

В лабораториях аэропортов контролируются цвет смазки, температура каплепадения, содержание механических примесей и нейтральность.

Применение консистентных смазок

Наименование деталей	Применяемые смазки
1 Система управления самолетов	Аэрофлот-70, ГОИ-54, НК-30, КВ
2 Клапанные механизмы авиамоторов М-85, М-86, М-87, М-88 и М-25	НК-50
3 Шлицевое соединение винта с мотором болтовые соединения, подвергающиеся нагреву	НК-50
4 Резьбовые соединения и краны гидросистем:	НК-30
а) при спирто-глицериновой смеси	Аэрофлот Бензо-У
б) при минеральном масле	
5 Отечественные воздушные винты и водяные помпы	Летом смазка № 1/13 или солидол, зимой НК-30, КВ
6 Краны, прокладки, уплотнения и резьбовые соединения бензо-, масло- и водосистем	Летом — Аэрофлот Бензо-У или бензопорная смазка. Зимой — Аэрофлот Бензо-У + +25% этилового спирта ректификата
7 Подшипники и редукторы электромоторов, редукторы генераторов	КВ, НК-30, Аэрофлот-70, ГОИ-54

Наименование деталей	Применяемые смазки
8 Магнето:	
а) шарикоподшипники при ремонте	Смазка № 1/13. Аэрофлот-ГОИ-54
б) масленки прерывателя	Масло МВП, велосит
в) через каждые 50—60 часов при эксплуатации	Масло МВП, турбинное ма- ло Л, велосит
9 Контрольно-измерительные приборы	Масло МВП
10 Консервация:	
а) Наружная консервация моторов и отдельных деталей, изготовленных из стальных, элакоронных и цветных металлов, включая алюминий	Пуш-чая смазка, солидо- авиамасло с 6% церезина (сметивать при температу- 100—110°С).
б) Внутренняя консервация карбюратора, камер сгорания, всасывающих и выпуск-ных систем мотора	Смазка № 59
в) Внутренняя консервация картера мотора на срок более трех месяцев	Авиамасло +6% церезина
г) Ленты-расчалки и другие поверхности, не имеющие постоянных защитных покрытий	Технический вазелин

ЖИДКОСТИ

ОХЛАЖДАЮЩИЕ ЖИДКОСТИ

Ряд деталей двигателя — цилиндр, головка двигателя, поршень, — соприкасаясь с горячими газами, сильно нагреваются.

Для обеспечения нормальной работы двигателя эти детали охлаждаются либо воздухом (воздушное охлаждение), либо жидкостью (жидкостное охлаждение), которая циркулирует в водяной рубашке.

Для авиационных моторов жидкостного охлаждения в качестве охлаждающей жидкости используется вода, этилен-гликоль и его смеси с водой, называемые антифризами.

Жидкость, предназначенная для охлаждения авиамоторов, должна обладать:

1. Низкой температурой замерзания для возможности ее применения в зимних условиях, особенно в арктических районах.

2. Высокой температурой кипения, которая позволит: уменьшить поверхность радиатора и тем самым снизить потери на его воздушное сопротивление, сократить величину потерь на испарение и избежать образования в водяной системе паровых пробок.

3. Высокой температурой вспышки, гарантирующей безопасность в пожарном отношении.

4. Отсутствием корродирующего действия на металлы.

5. Устойчивостью при работе в двигателе.

6. Небольшой вязкостью для быстрой циркуляции по системе охлаждения.

7. Большой теплоемкостью.

8. Относительно малым удельным весом.

9. Хорошей способностью смачивать металлические поверхности для повышения теплоотвода от стенок цилиндра и теплоотдачи в радиаторе.

Вода как охлаждающая жидкость

Вода, несмотря на ряд недостатков, продолжает применяться в качестве охлаждающей жидкости для авиационных моторов.

В природе различают несколько видов воды: атмосферную (дождевая, снеговая), поверхностную (из рек и озер), грунтовую (из ключей и колодцев) и морскую.

Водой, наиболее пригодной в качестве охладителя, является атмосферная. Она почти не содержит солей. Воды грунтовые и поверхностные, содержащие значительное количество солей, менее пригодны. Морская вода для охлаждения моторов совершенно не пригодна.

Вода имеет целый ряд отрицательных свойств, которые заставляют или принимать предупредительные меры при ее применении в качестве охладителя, или использовать ее в смеси с другими охлаждающими жидкостями.

К отрицательным свойствам воды относятся накипеобразующая способность, корродирующее действие на детали охлаждающей системы, высокая температура замерзания и сравнительно низкая температура кипения.

Образование водой накипи объясняется присутствием в ней двух углекислых солей кальция и магния, которые, разлагаясь, выделяют углекислые соли этих металлов, нерастворимые в воде. Отлагаясь на стенках охлаждающей системы, они образуют накипь. Наличие накипи ухудшает отвод тепла от стенок и повышает их температуру. В радиаторе накипь, забивая трубки, уменьшает их проходное сечение, тем самым затрудняя циркуляцию воды.

Образование накипи в узких охлаждающих каналах может привести к их закупорке, вследствие чего отдельные горячие части цилиндра не будут охлаждаться, что приведет к их перегреву.

В случае применения в качестве охлаждающей жидкости грунтовой или поверхностной воды рекомендуется для уменьшения накипеобразующей способности:

а) воду перед употреблением кипятить и

б) добавлять к воде хромпик (двуххромовокислый калий).

Присутствие в охлаждающей воде кислорода, углекислоты, хлористых солей вызывает коррозию деталей охлаждающей системы. Кислород и углекислый газ разъедающе действуют на детали, изготовленные из железа, а хлористые соединения воздействуют на железные и алюминиевые сплавы.

Уменьшение корродирующего действия воды достигается прибавлением к ней хромпика в количестве 0,25—0,35%. При температурах ниже 0°C вода замерзает. Это свойство воды значительно усложняет условия эксплуатации. В зимнее время, при низких температурах, появляется опасность ее замерзания в охлаждающей системе.

Высокая температура замерзания воды заставляет сливать воду из охлаждающей системы при длительной стоянке самолета и вновь ее заливать перед вылетом.

В районах с низкими зимними температурами применение воды как охладителя вообще неприемлемо.

Этилен-гликоль и его смеси с водой (антифризы)

В чистом виде этилен-гликоль применяется как высококипящая, а в смеси с водой — как низкотемпературная охлаждающая жидкость, известная под названием антифриза.

Этилен-гликоль — двухатомный непредельный спирт, жидкость бесцветная, вязкая, сладковатая на вкус, ядовитая. Температура кипения этилен-гликоля равна 197°C, температура замерзания — 11,4°C.

Этилен-гликоль гигроскопичен, т. е. жадно поглощает воду. Присутствие в нем воды резко изменяет его качество: понижается температура кипения и температура замерзания.

Использование этилен-гликоля в качестве высококипящей жидкости дает ряд преимуществ по сравнению с водяным охлаждением. Значительно сокращаются размеры радиатора, что снижает потери на воздушное сопротивление. Кроме того, исключается возможность накипобразования и уменьшается корродирующее действие охладителя.

Но применение этилен-гликоля сопровождается рядом отрицательных явлений. В виду более низкого коэффициента теплопередачи от стенок к этилен-гликолю, чем к воде, температура стенок цилиндра при этилен-гликолевом охлаждении будет выше, чем при водяном. Повышение температуры стенок цилиндра приводит к возрастанию теплоотдачи в масло, что влечет за собой увеличение размеров масляных радиаторов.

Для работы такого мотора потребуется масло более стабильное и топливо с повышенным октановым числом.

Для уменьшения влияния этих недостатков и избежания перегрева мотора при этилен-гликолевом охлаждении подбираются такие размеры радиатора, которые позволяют держать среднюю температуру его в охлаждающей системе не выше 120—130°C.

В чистом виде, как высококипящая охлаждающая жидкость, этилен-гликоль может применяться для моторов Аллисон.

Наибольшее применение этилен-гликоль находит в смеси с водой, т. е. в виде антифриза, как низкотемпературная охлаждающая жидкость. При добавлении к этилен-гликолю воды температура замерзания смеси будет понижаться, но только до определенных пределов. Предельное количество воды, добавление которого к этилен-гликолю снижает температуру замерзания смеси, равно 30—33%. Смесь, состоящая из 30% воды и 70% этилен-гликоля, имеет температуру замерзания — 67°C.

При дальнейшем добавлении воды к смеси температура ее замерзания начнет повышаться. Применяя в качестве охладителя антифриз, можно совершенно безопасно эксплуатировать моторы при низких температурах и не сливать его из системы охлаждения при длительных стоянках или остановках на ночевку.

Для моторов жидкостного охлаждения применяют отечественные антифризы и импортные охлаждающие жидкости в смеси с водой.

Из отечественных применяются антифризы марок В-2 и ГГ-1.

Антифриз В-2 — желтоватая жидкость, состоящая из 55% этилен-гликоля и 45% воды.

Антифриз ГГ-1 — желтоватая маслянистая жидкость, состоящая из 40% этилен-гликоля, 40% воды и 20% глицерина.

К антифризам при их производстве добавляют химические вещества для предотвращения их корродирующего действия.

Технические условия на антифриз

Константы	Антифриз В-2	Антифриз ГГ-1
Удельный вес при 20°C	1,05—1,08	1,08—1,10
Разгонка в колбе Энглера: начало кипения в °C, не ниже	100	100
Выкипает при температурах: от 100 до 110°C (в %), не более	46	39
от 100 до 180°C (в %),	1	1,6
от 180 до конца кипения (в %), не менее	53	57
Потери (в %), не более	1	1
Зола (в %), не более	0,4	0,4
Температура замерзания в °C, не выше	-40	-40
Реакция	Слабощелочная	

При переходе с водяного охлаждения на охлаждение антифризом необходимо предварительно проверить систему охлаждения соединительные шланги и устранить обнаруженные дефекты.

До заливки антифриза в систему ее промывают горячей водой и воду спускают. В системе вода оставаться не должна.

Заправку самолета антифризом производят через воронку с мочалочным фильтром.

В связи с тем, что у антифриза коэффициент расширения больше чем у воды, охлаждающую систему заливают антифризом на 6—8 см ниже горловины.

При работе мотора за состоянием антифриза необходимо следить. Каждые 10 часов из верхней и нижней точек системы охлаждения отбирается проба и проверяется удельный вес антифриза. Если удельный вес антифриза соответствует стандарту, то это значит, что процентное содержание составных частей не нарушено, температура замерзания его находится в норме.

Если удельный вес окажется выше стандарта, в антифриз добавляют кипяченую воду до получения стандартного удельного веса. В случае если удельный вес окажется ниже нормы, что будет свидетельствовать о повышенном содержании воды, ее исправляют путем нагрева антифриза до температуры 100—110°C в течение 20—30 минут.

Количество воды, подлежащее добавлению к антифризам, подсчитывается следующим образом: наливают в мензурку 200 см³ антифриза, взятого из системы охлаждения мотора, и постепенно вливают в него кипяченую воду до получения требуемого удельного веса. По количеству добавленной в мензурку воды подсчитывают сколько ее нужно добавить для исправления всего антифриза находящегося в охлаждающей системе.

Предположим, для исправления 200 см³ антифриза потребовалось добавить 20 см³ воды. Всего исправлению подлежит 20 .

антифриза. Количество воды, необходимое для исправления 20 л антифриза, подсчитывается, согласно пропорции:

$$\frac{0,2 - 0,02}{20 - X} = \frac{0,02 \cdot 20}{0,2} = 2 \text{ л,}$$

т. е. для исправления 20 л антифриза необходимо добавить к нему 2 л воды.

При утечке антифриза из охлаждающей системы в нее доливают чистый антифриз.

Если мотор в воздухе перегрелся, необходимо после полета проверить, не происходило ли это по вине охлаждения.

Для проверки сливают 0,5—1,0 л антифриза и дают ему отстояться. Исчезновение пены и отсутствие в антифризе примесей указывает на его стандартность и возможность дальнейшего применения.

Антифризы марок В-2 и ГГ-1 сходны между собой, в условиях эксплуатации взаимозаменяемы и могут смешиваться друг с другом в любой пропорции.

Следует твердо помнить, что антифриз ядовит, и попадание нескольких грамм его в организм вызывает тяжелое отравление со смертельным исходом.

Импортные охлаждающие жидкости

Вырабатываемые в Америке охлаждающие жидкости под маркой Престон-антифриз и Зерекс-антифриз представляют собой технический этилен-гликоль, смешанный с несколькими процентами воды.

Технические условия на американские охлаждающие жидкости

Константы	Этилен-гликоль	Престон-антифриз	Зерекс-антифриз
Цвет	Бесцветный	Зеленый	Желто-розовый, в отраженном свете — светло-зеленый с желтизной
Удельный вес при 20°С	1,12	1,12	1,117
Начало кипения, °С	188	109	103
Выкипает до 110°С, %	0	1	4
„ от 110°С до 180°С, %	0,3	1	0
„ всего до 180°С, %	98,3	97,2	95,5
Конец кипения, °С	200—205	192—195	195—200
Температура замерзания, °С	—12	—23	—45

Применять американские охлаждающие жидкости зимой разрешается в смеси с водой: 55% жидкости (любой из указанных выше) и 45% воды. Такая смесь работоспособна до температуры —40—45°С.

Самолеты, заправленные отечественным антифризом, могут до заправляться антифризом, составленным из американских охлаждающих жидкостей, и наоборот.

Аэродромный контроль антифриза

Кроме периодической проверки удельного веса антифриза, в лаборатории аэропорта производится контроль его качества по прибытии антифриза, при его хранении в аэропорту и перед заправкой в самолет.

В антифризе проверяется удельный вес при 20°C, фракционный состав (разгонка в колбе Энглера) и температура замерзания. В аэропортах, где нет аппаратуры для определения температуры замерзания, эту температуру можно установить по таблице, исходя из удельного веса.

ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ШАССИ САМОЛЕТОВ

Жидкостями для гидравлических систем амортизационных стоек шасси, тормозных устройств самолетов и автопилотов служат отечественные спирто-глицериновые смеси и масло МВП, а также импортные жидкости различных марок.

Применяемые спирто-глицериновые смеси состоят:

1) Из 30 % спирта и 70 % глицерина. Температура застывания такой смеси — 45°C.

2) Из 45 % спирта, 40 % глицерина и 15 % воды. Температура застывания этой смеси — 65°C.

При составлении спирто-глицериновых и спирто-водоглицериновых смесей необходимо учесть следующее:

а) Спирт и глицерин до смешения должны быть проверены в контрольной лаборатории. Воду нужно брать кипяченую.

б) Смесь надо составлять в чистой сухой посуде. Сначала наливают отмеренное количество спирта, а затем добавляют глицерин.

Смесь перемешивают до получения однородной массы.

в) Зимой смесь составляют в помещении, где температуру спирта и глицерина предварительно доводят до комнатной температуры.

г) Смесь до использования надо хранить в сухом и прохладном помещении.

При необходимости заполнить систему спирто-глицериновой или спирто-водоглицериновой смесью, следует проверить отсутствие в системе масла МВП или американских жидкостей на масляной основе.

При смешении этих жидкостей с маслом МВП или с американскими жидкостями на масляной основе получается осадок, удаляемый из гидросистемы с трудом.

В случае перехода с масла МВП на спирто-глицериновую смесь, гидросистему обязательно промывают до полного удаления масла. Эту операцию рекомендуется производить при плюсовых температурах. При низких температурах такой переход бывает затруднен в виду невозможности полностью удалить масло из системы.

ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ САМОЛЕТОВ

Наименование детали	Применяемая жидкость						
	Ли-2	В-25В, В-25С, В-25Д	Дуглас А-20Г	С-47	ПС-40, ПС-41 ПС-41бис, ПС-49	Р-40	Р-39
1	2	3	4	5	6	7	8
Амортизационные стойки	30% этилового спирта + 70% глицерина летом и зимой	Летом и зимой АС-3580В, МВП, АН-VV-0-36А	Летом и зимой АН-VV-0-66А МВП АС-3580В	Летом и зимой: АС-3580В; АН-VV-0-63А; МВП	Летом и зимой 30% этилового спирта + 70% глицерина	АС-3586А летом АС-3586С зимой	АС-3580В
Гидравлическая система	Летом МВП, велосит; зимой МВП	Летом и зимой АС-3580В АН-VV-0-66А МВП	Летом 1) АН-VV-0366А 2) АС-3580В 3) МВП, 4) 30% этилового спирта + 70% глицерина Зимой 1) АН-VV-0366А 2) АС-3580В 3) МВП	То же	Летом 30% этилового спирта + 70% глицерина, зимой 45% этилового спирта + 40% глицерина + 15% воды	То же	
Автопилот	То же	То же	—	—	—	—	—

Наименование детали	Применяемая жидкость						
	Ли-2	В-25В, В-25С, В-25Д	Дуглас А-20Г	С-47	ПС-40, ПС-41 ПС-41бис, ПС-49	Р-40	Р-39
1	2	3	4	5	6	7	8
Гидравлическая система с отдельным автопилотом	Летом — МВП, велосит, 30% этилового спирта + 70% глицерина. Зимой — МВП, 45% этилового спирта + 40% глицерина + 15% воды	—	—	—	—	—	—
Тормоза	—	Летом и зимой АС-3580В АН-VV-0-366А МВП	То же, что для гидравлической системы	Летом и зимой АС-3580В АН-VV-0366А МВП	Для ПС-43, Летом 30% этилового спирта + 70% глицерина. Зимой 45% этилового спирта + 40% глицерина + 15% воды	АС-3586А летом АС-3586С зимой	АН-VV-0-366А
Демпфер шимми	—	АН-VV-0-366А	АН-VV-0366А МВП	—	—	—	—

Технические условия на жидкости для гидросистем и шасси самолетов

Константы	МВП	Жидкость AN VV- -0-366A	Жидкость AC-3580B	30% спир- та+70% глицерина	45% спир- та+40% глицерина +15% воды	Жидкость AC-3586C	
						летняя, сорт А	зимняя, сорт С
Цвет	Бледножел- тый	Яркокрас- ный	Яркокрас- ный	Бесцветный	Бесцветный	Голубой	Голубой
Удельный вес при 20°C	Не более 0,875	0,845	0,865	1,09	0,99 - 1,03	—	—
Вязкость по Энглериу при 50°C	1,5—1,7	2,1	2,2	1,7	1,2	Э ₃₈ =5—8	Э ₃₈ =2,1—2,4
Температура вспышки по Маргевс- тисскому в °C,	Не ниже 120	—	—	—	—	60	57
Кислотность в мг КОН на 1 г масла	Не более 0,14	0,08	0,34	—	—	От 4 до 8	От 4 до 8
Температура застывания в °C	Не выше —60	—50 подвижна	Подвижна	—45	—65	—51	—57

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

1. ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧЕГО, ЗАПРАВЛЕННОГО В САМОЛЕТ

Подсчет количества горючего, заправленного в самолет, несмотря на свою простоту, вызывает иной раз в аэропортах затруднение. Поэтому борттехник, выписывающий требование на заправленное горючее, проставляет в нем вместо килограммов галлоны или литры, а чаще производит запись со слов заправщика.

Если горючее заправляется из бензозаправщика, счетчик которого производит отсчет в литрах, то для получения веса горючего нужно число литров умножить на удельный вес при температуре замера (а не при 20°C).

Удельный вес горючего в цистерне бензозаправщика, должен всегда быть замерен перед заправкой и приложен к паспорту в виде отдельной справки.

Если бензозаправщик имеет счетчик, градуированный в галлонах, то для перевода их в килограммы необходимо галлоны сначала перевести в литры и полученное затем число умножить на удельный вес топлива при температуре замера.

Например: заправлено в самолет 350 галлонов горючего, удельный вес 0,710. Вес его будет равен:

$$350 \times 3,785 \times 0,710 = 940,5 \text{ кг.}$$

Таким же методом подсчитывается количество заправленного в самолет масла.

2. ТАБЛИЦА ПЕРЕВОДА МЕР

1 галлон (американский)	=	3,785 литра
1 галлон имперский (английский)	=	4,546 »
1 фунт (английский)	=	0,453 килограмма
1 пинта	=	0,47 литра
1 баррель	=	158,76 »
1 литр	=	1,06 кварты
1 литр	=	0,2642 галлона (американского)

3. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПОПРАВКИ НА УДЕЛЬНЫЙ ВЕС

Горюче-смазочные материалы	Температурные поправки на 1°С
Авиабензины всех сортов	0,00084
Пиробензол	0,00096
Авиамасла всех сортов	0,00065
Касторовое масло	0,00069
Антифриз	0,00040
Спирт этиловый (абсолютный)	0,00086

4. ПЕРЕВОД ГРАДУСОВ ФАРЕНГЕЙТА В ГРАДУСЫ ЦЕЛЬСИЯ

При пользовании американскими данными приходится сталкиваться с температурами, выраженными в градусах Фаренгейта.

Поскольку в Советском Союзе принято температуру выражать в градусах Цельсия, необходимо уметь переводить градусы Фаренгейта в градусы Цельсия.

Для перевода градусов Фаренгейта в градусы Цельсия следует из градусов Фаренгейта вычесть 32 и полученное число умножить на $\frac{5}{9}$.

Пример: Перевести 40°Ф в градусы Ц.

$$40 - 32 = 8; 8 \times \frac{5}{9} = 4,4^{\circ}\text{Ц.}$$

5. ОКТАНОВЫЕ ЧИСЛА АВИАЦИОННЫХ ТОПЛИВ

Топливо	В чистом виде	С добавлением Р-9 мл, кг			
		1	2	3	4
Б-59	59	73	80	83	84
Б-70	70	80	85	87	89
Б-74	74	85	88	91	92
Б-78 (Бакинский)	78	87	91	93	95
Б-78 (Грозненский)	78	88	93	95	96
Б-70	70	76	81	83	84
АРБ-70	70	78	84	86	87
Смесь № 1	85,5	89	92	95	98
Смесь № 2	80	89	92	95	98
Смесь № 3	80	89	92	95	96

6. ТЕМПЕРАТУРА ЗАСТЫВАНИЯ АВИАМАСЕЛ

Сорт масла	Температура застывания, °С
МК	-14
МС	-11
МЗС	-30
МЗ	-22
Американское масло 1065	-18
1080	-18
1100	-12
1120	-7

7. ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ И КИПЕНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

Охлаждающая жидкость	Температура замерзания, °C	Температура кипения, °C (на земле)
Вода	0	100
Антифриз В-2	-40	105
Антифриз ГГ-1	-40	105
Престон	-17	170
Гликоль американский	-12	186
Антифриз английский (30% гликоля + +70% воды)	-18	104
Смесь 55% Престона с 45% воды	-44	104

8. УДЕЛЬНЫЕ ВЕСА И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ АНТИФРИЗНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Весовой % в воде		Удельный вес при 20°C	Температура замерзания,
Этилен-гликоля	40	1,056	-24
	50	1,068	-34
	55	1,073	-42
	60	1,078	-55
	70	1,083	-67
Этилового спирта	30	0,9539	-19
	40	0,9552	-30
	50	0,9137	-37
	55	0,9026	-40
Глицерина	50	1,1283	-23
	60	1,1550	-35
	70	1,1827	-39
	80	1,2031	-20

9. УДЕЛЬНЫЕ ВЕСА И ТЕМПЕРАТУРА ЗАМЕРЗАНИЯ СПИРТО-ВОДОГЛИЦЕРИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Состав в % (по весу)			Удельный вес при 20°C	Температура за- мерзания, °C
Спирт	Глицерин	Вода		
45	40	15	0,9955	Ниже -60
30	60	10	1,0767	-40
50	50	—	0,9932	-20
40	60	—	1,0604	Выше -20
30	70	—	1,0865	20

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Аннотация	2
Введение	3

Глава I. Краткие сведения о нефти и способы получения из нее авиационных топлив

Что такое нефть?	5
Понятие об атомах и молекулах	5
Состав нефти	6
Способы получения авиационных топлив из нефти	6

Глава II. Авиационные топлива

Процесс карбюрации и сгорания топлива в цилиндре мотора	12
Требования, предъявляемые к качеству авиационных топлив	14
Сорта авиационных топлив и их качество	22
Применение топлив для авиамоторов	35
Аэродромный контроль качества авиационных топлив	37
Заправка самолетов топливом	43

Глава III. Авиационные смазочные масла и консистентные смазки

Получение авиационных масел	46
Способы улучшения качества авиационных масел	47
Трение и смазка	48
Требования, предъявляемые к авиационным маслам	48
Качество авиационных масел и его влияние на работу мотора	50
Сорта авиационных масел	53
Сроки службы масел, их слив и восстановление	55
Разжижение авиационного масла бензином	56
Применение масел для авиамоторов	57
Аэродромный контроль качества авиационных масел	59
Заправка самолетов маслом	62
Консистентные смазки	63

Глава IV. Жидкости

Охлаждающие жидкости	68
Жидкости для гидравлических систем и шасси самолетов	73

Справочные данные

1. Подсчет количества горючего, заправленного в самолет	77
2. Таблица перевода мер	77
3. Температурные поправки на удельный вес	78
4. Перевод градусов Фаренгейта в градусы Цельсия	78
5. Октановые числа авиационных топлив	78
6. Температура застывания авиамасел	78
7. Температура замерзания и кипения охлаждающих жидкостей	79
8. Удельные веса и температура замерзания антифризных смесей	79
9. Удельные веса и температура замерзания спирто-водоглицериновых смесей	79

Ответ. редактор П. П. Третьяков.

Сдано в набор 17.1.47 г.

Подписано к печати 26.4.47 г.

Уч.-изд. л. 6,12.

Печ. л. 5.

Тираж 2000

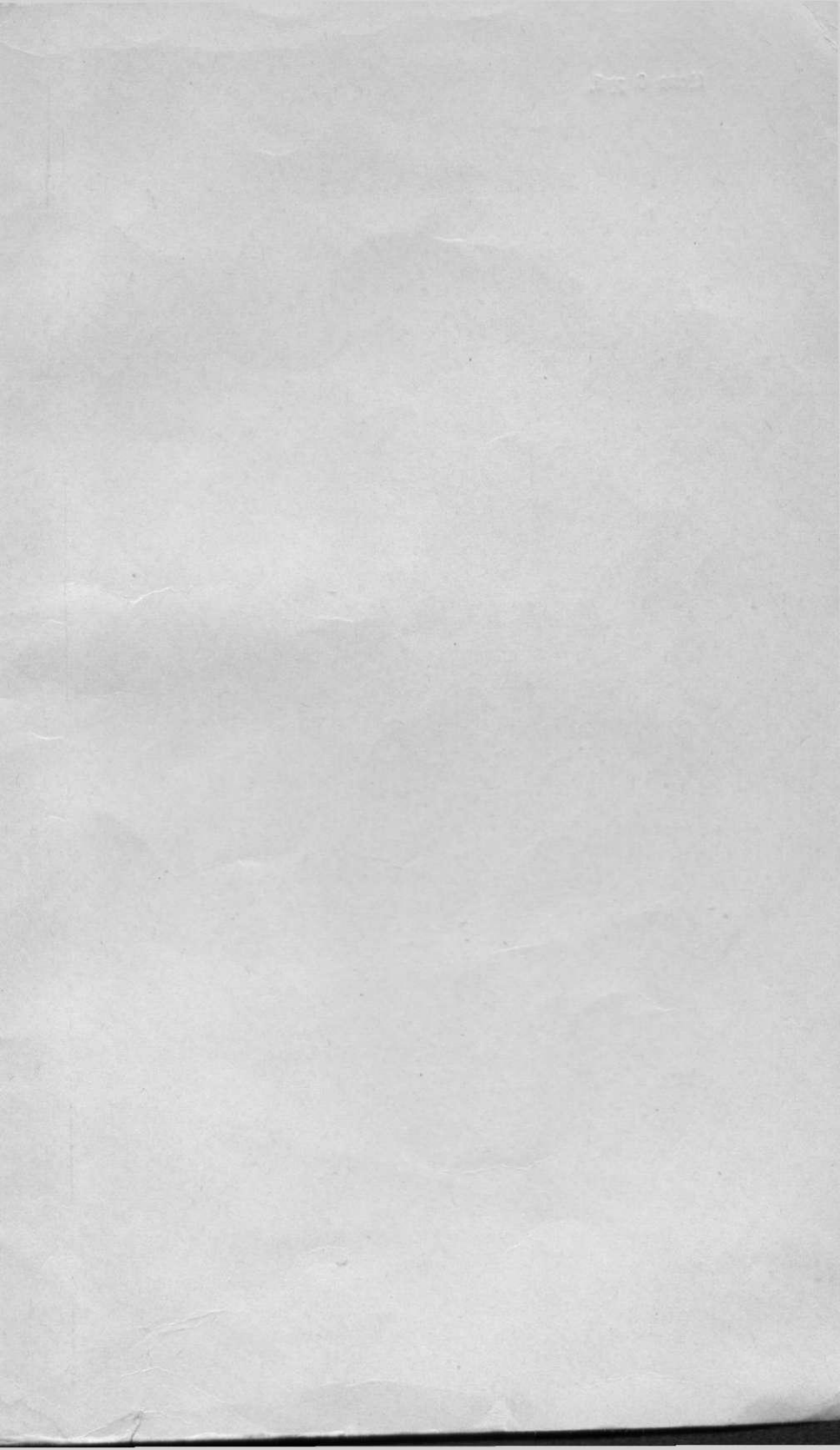
РИО 374

Г81868

Тип. РИО Аэрофлота. Москва, Старопанский, 5.

Зак. 178

4378



Цена 6 руб.

