

А. Аузан

Летные испытания самолетов

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
А11

А11 **А. Аузан**
Летные испытания самолетов / А. Аузан – М.: Книга по Требованию, 2021. – 170 с.

ISBN 978-5-458-37519-1

ISBN 978-5-458-37519-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

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

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

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

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

[ПРЕДИСЛОВИЕ КО 2-му ИЗДАНИЮ]

Книга „Летные испытания самолетов“ написана с целью дать пособие:

1) слушателям инженерных факультетов Военной воздушной академии РККА и соответствующих им факультетов других авиационных высших учебных заведений и

2) инженерно-техническому (и отчасти летному) персоналу летноиспытательных организаций.

Основой для составления курса послужил опыт работы наших крупнейших летно-испытательных организаций:

Во второе издание книги внесены следующие дополнения:

- 1) испытание на штопор,
- 2) испытание на дальность,
- 3) испытание на устойчивость,
- 4) снятие поляры самолета и
- 5) новый метод учета температурных влияний для невисотных моторов.

Переработаны соответствующие главы первого издания.

1 февраля 1936 г.

А. Аузан.

СПИСОК ВАЖНЕЙШИХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, ПРИНЯТЫХ В КНИГЕ

- ρ — массовая плотность воздуха,
 ρ_h — плотность воздуха на высоте,
 p_0 — давление воздуха на уровне моря, равное 760 мм рт. ст.,
 p_h — „ „ „ на высоте,
 V — скорость полета самолета (так называемая техническая скорость),
 V_0 — скорость самолета у стандартной земли,
 V_h — „ „ „ на высоте,
 $V_{\text{тар}}$ — скорость по тарифовочному графику,
 $V_{\text{пр}}$ — скорость самолета по приборам,
 V_i — индикаторная скорость самолета,
 $V_{i\text{под}}$ — „ „ „ при наивыгоднейшем подъеме,
 W — скорость ветра,
 u — вертикальная скорость (снижения и подъема),
 u, v, w — проекция скорости центра тяжести самолета на подвижные координатные оси (гл. 8),
 p, q, r — составляющие угловой скорости на подвижные координатные оси,
 ω — угловая скорость,
 h — скорость снижения самолета при штопоре (гл. 8).
-

ГЛАВА I

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Летные испытания самолетов преследуют следующие четыре основные задачи:

1. Проверку соответствия представленного на испытания самолета предъявленным к нему тактико-техническим требованиям с целью дать на снабжение нужную Советскому союзу материальную часть воздушного флота.

2. Изучение конструкции самолета, его оборудования и вооружения: а) обнаружение всех конструктивных и производственных дефектов и недоделок опытного образца; б) проверку действия всего оборудования и вооружения и удобства его применения. Цель — устранение неисправностей, недоделок, конструктивных и производственных дефектов и внесение всех необходимых исправлений до пуска самолета в серийное производство.

3. Изучение эксплуатационных особенностей новой материальной части, освоение новой техники инженерно-техническим и летным составом испытывающей самолет организации с целью обеспечить быстрое и безболезненное введение новой материальной части в строй и ее грамотную эксплуатацию.

4. Анализ полученных летных данных самолета и результатов его применения, сравнение полученных данных с данными расчетов, анализ сильных и слабых мест данной конструкции самолета. Цель — постановка перед научно-исследовательскими и опытными организациями Советского союза новых вопросов и задач, обеспечивающих наиболее быстрое развитие техники воздушного флота. Остановимся подробнее на этих задачах.

По первой задаче, в результате летных испытаний самолета, мы должны получить его полную летную характеристику, на основании которой можно определить место данного самолета в системе воздушного флота СССР. Эта же летная характеристика самолета должна показать, на каком уровне данный самолет находится по сравнению с аналогичными ему самолетами за границей. В летную характеристику самолета входят горизонтальные скорости, скороподъемность, маневренность, управляемость и устойчивость, разбег и пробег, взлетно-посадочные свойства, штопорные свойства, способность к фигурным полетам и радиус или дальность действия. Все эти данные определяются для само-

лета при той нагрузке, которая предусмотрена и требуется тактическими требованиями для данного типа.

Вопросу о том, как эти данные получить в полете, уделено почти все содержание настоящего курса.

Если по этой первой части работы для испытывающего самолет персонала можно дать довольно обширный материал, а именно, всю методику работы, то гораздо труднее сделать это по остальным трем видам работы. Уменьше изучать конструкцию самолета и все его оборудование дается на основании хорошего общего знания авиационной техники, знания теоретического и практического. По этим вопросам пособием в практической работе могут служить материалы по ранее проведенным испытаниям самолетов, внедренных в серийное производство и эксплуатацию. Здесь же мы ограничимся только кратким рассмотрением тех общих задач, которые по этим вопросам стоят перед испытывающей самолет организацией.

Как результат выполнения второй задачи, после летных испытаний самолета надлежит представить сводку конструктивных и производственных недоделок, дефектов, необходимых переделок, а также перестановок оборудования и вооружения самолета. Все это должно быть представлено организации, проводящей опыты и построившей самолет, в достаточно ясном и четком виде с конкретным указанием сущности каждой работы.

Эта часть работы наиболее сложная и в нашей практике она не получила еще должной четкости и ясности. Работа испытательной организации здесь тесно переплетается с работой строящей самолет опытной организации и теснейшим образом связана с работой серийного завода.

Основные задачи заключаются в том, чтобы:

1) сократить сроки пуска нового самолета в серийное производство, т. е. сократить срок от появления на аэродроме опытного образца до выхода самолетов этого типа из серийного производства, и

2) получить из серии качественно хорошую и удовлетворяющую требованиям эксплуатации новую материальную часть.

Обе эти задачи предъявляют как к строящей самолет организации, так в особенности и к потребителю серьезнейшие требования.

Чем серьезнее продуманы тактические и технические требования к самолету перед его проектированием, чем серьезнее осмотрен и проверен макет (модель) самолета с точки зрения соответствия будущего самолета тем задачам, для выполнения которых он предназначен, тем меньше будет конструктивных переделок в процессе постройки опытного образца самолета. Каждое изменение, каждая переделка, не предусмотренная вначале, нарушает ход постройки, затягивает сроки выпуска нового опытного самолета, замедляет темпы авиационного строительства. Частое изменение требований, хотя бы по мелочам, как то: перестановка оборудования с места на место, введение небольших усовершенствований в процессе постройки и т. п., — приводит к неровной работе конструкторского бюро и опытного завода. Поэтому, как правило, всякое изменение первоначальных требований должно рассматриваться как вредное и недопустимое. Это положение должно быть твердо усвоено всеми

работниками, имеющими дело с новыми опытными самолетами в процессе их зарождения и постройки.

Может показаться, что при такой постановке вопроса задача лиц и организаций, ставящих тактико-технические требования к самолету, очень простая: раз предъявили требования — и все в порядке. Однако дело далеко не так просто.

То положение, которое у нас имело место, когда предъявленные к самолету требования неоднократно изменялись в процессе его постройки, приводило в значительной мере к безответственности лиц и органов, составляющих спецификацию к данному типу самолета, за предъявленные к самолету требования. Так как от момента дачи требований и начала постройки самолета до появления опытного образца на аэродроме нередко требовался довольно большой срок, то безответственно данные требования устаревали и их приходилось менять на более современные.

Проводимая нами со всей резкостью постановка вопроса о запрещении каких бы то ни было изменений требований в процессе постройки самолета налагает серьезные обязанности на тех, кто устанавливает эти требования. Дело в том, что оценка нового самолета дается не на основании предъявленных к нему требований, а на основании его практического применения для выполнения тех задач, которые на него возлагались. Сюда входит оценка как тактических, так и эксплуатационных его свойств. Оценка эта дается на основании данных летных испытаний нового образца и на основании дальнейшего его применения. Так вот, вся серьезность и ответственность лиц, составляющих требования к новому самолету, заключается в том, чтобы предусмотреть в своих требованиях, как должен быть оборудован самолет, выходящий на массовую эксплуатацию через один-два года.

Вот эта постановка дела нами далеко еще не освоена, она в значительной мере еще нова для нас, почему мы считаем необходимым особенно заострить на ней внимание.

Для того чтобы уметь предусматривать, видеть на несколько лет вперед, надо работать не только по потребностям сегодняшнего дня, но и иметь перспективу развития каждой отрасли авиационной техники, перспективу, достаточно реальную хотя бы на ближайшие годы.

Сплошь и рядом мы еще работаем без всякой перспективы или с перспективой, недостаточно ясной и реальной. Решаем вопросы будущих одного-двух лет на основании достижений авиационной техники настоящей и прошлой.

Результаты этой части нашей работы наиболее болезненно сказываются в строительстве новых объектов авиационной техники. Эта работа вслепую — причина частых изменений своих же требований, она причина дерганий опытных организаций с вытекающим отсюда понижением темпов и качества работы последних.

От промышленности и ее конструкторских бюро надо требовать, и жестко требовать, высокого качества продукции, безусловного и точного выполнения всех предъявленных к самолету требований, наконец, сроков выполнения по намеченному плану, — но нельзя нарушать темпов

работы меняющимися, необдуманными и безответственными требованиями.

Какое отношение имеют эти вопросы к летным испытаниям самолета? На первый взгляд может показаться, что мы отвлеклись от основной нашей темы далеко в сторону. На самом деле это не так. Выше мы уже говорили, что всякое изменение требований к строящемуся самолету оттягивает сроки его выхода в полет. Но вот самолет вышел на аэродром. Начинаются его заводские, а затем и государственные летные испытания. И здесь-то наиболее губительно сказывается всякое необдуманно составленное требование. Сплошь и рядом оказывается, что, например, радиоаппаратура на самолете расставлена так, что не может работать, что фотоустановка находится не там, где нужно, что приборы летчика и штурмана расположены так, что ими неудобно или даже невозможно пользоваться, что штурвал закрывает наиболее нужные летчику приборы, что управление моторами неудобно для летчика, что из пулемета вообще-то стрелять можно, но только не для обороны самолета. Подобные „мелочи“ обнаруживаются в довольно большом количестве. И все это выясняется только во время испытаний в полете совершенно законченного построшкой самолета.

Следствие такого положения — многочисленнейшие мелкие, а иногда и крупные переделки самолета. Испытания в полете затягиваются надолго. После переделок снова начинаются испытания, так как надо же испытать неработавшую рацию и т. п. Каждый необдуманный заказ на переделку уже во время испытаний может вызвать необходимость новых переделок (а у нас были и такие случаи, когда, например, компас или другой объект оборудования только за время летных испытаний самолета буквально „гулял“ по самолету с места на место) и затянуть испытания не только на месяцы, но и на годы.

В практике наших испытательных организаций за прошлые годы имело место именно такое положение. В результате бесконечных переделок самолет устаревал, не попав своевременно на снабжение.

Как видим, летные испытания — это отражение, зеркало всей нашей предыдущей работы по каждому новому самолету. Здесь с особенной яркостью выясняются все наши ошибки и все наши упущения. Сроки самих летных испытаний и получение оценки нового самолета зависят от всей предыдущей работы. Чем продуманнее была наша работа при определении нового типа самолета, тем меньше поправок и изменений в уже сделанном полностью и вышедшем в полет самолете.

Самые летные испытания — это последний этап доводки самолета, причем желательно добиться такого положения, при котором доводки эти были бы возможно меньшими, чтобы сделать этот этап только этапом отделки, приглаживания, наведения окончательного практического вида самолета, но отнюдь не этапом коренных, а тем более зрание не обдуманных переделок.

От испытывающей самолет организации мы требуем хорошего качества испытательной работы и удовлетворяющих наше строительство темпов в этой работе. Как мы только что видели, темпы эти зависят не только от нашей работы во время испытаний самолета в полете, но и от

нашей предыдущей работы по тому или другому самолету. Поэтому акт летных испытаний нельзя рассматривать изолированно от всей остальной нашей работы по опытному строительству. Ведя решительную борьбу за темпы и качество в испытательной работе, мы одновременно ведем эту борьбу по всей линии нашей опытной работы, чтобы в корне искоренить имеющиеся еще до сего времени место недостатки и не повторять ошибок прошлого, приводивших к такому положению, когда новый самолет вместо быстрого его продвижения к серийному производству уходил месяцами и годами в стадии перманентных испытаний и доводки.

Обратимся теперь к другой стороне — к проектирующему самолет конструкторскому бюро и строящему самолет опытному заводу.

Практика прошлых лет рисует следующее положение дела. Опытный завод стремится выпустить самолет на аэродром возможно раньше, мало заботясь о том, чтобы на нем было поставлено все необходимое оборудование и вооружение. В результате такого положения самолет летает и испытывается в недовершенном состоянии, отчего вся его летная характеристика получается лучше той, которая будет иметь место при эксплуатации данного типа самолета с полным его оборудованием. Это, во-первых.

Во-вторых, обычно получается так, что после первых же полетов внимание строящей организации к данному самолету ослабевает, вследствие чего доводка самолета тянется значительно медленнее, чем шла его постройка. Формально самолет построен, летает, а на самом деле до состояния, пригодного для пуска в серию и затем в эксплуатацию, самолет далеко не доведен. Требования потребителя доводки самолета опытная организация часто склонна рассматривать как придирки. Вообще же создается положение, способствующее всякой неразберихе: нето самолет доводится опытным заводом, нето он проходит летные испытания. Фактически самолет больше простаивает из-за разговоров и переговоров между испытывающей и опытной организациями. Все это положение, обезличенное тем, что ответственность распределяется между двумя организациями — испытывающей и строящей, — обычно называют стадией летных испытаний самолета. Следствием такого положения является то, что самолет находится на „испытании“ иногда больше времени, чем он находился в проектировании и постройке, вместе взятых. Во избежание такого вредного, обезличенного положения принято, как правило, на испытания для получения летной характеристики выпускать только самолет в окончательно доведенном виде, со всем полагающимся на нем оборудованием и вооружением. Начинать испытания с целью снятия летной характеристики без этого не стоит, ибо это будет лишняя работа и приведет к тому же положению, о котором мы только что говорили. Сказанное относится в одинаковой степени как к заводским, так и к государственным испытаниям.

В результате летных испытаний промышленность должна получить образец-эталон для серийного производства. Все выпускаемые серийно самолеты данного типа должны быть точной копией этого образца-эталона.

Для того чтобы дать возможность полностью разработать технологический процесс постройки нового самолета, и чтобы не заставлять серийную промышленность ломать этот процесс уже во время постройки самолета и тем самым не срывать общего плана производства, эталон должен быть доведен во всех мелочах. На заводских летных испытаниях самолет доводится окончательно и передается на государственные испытания, охватывающие своей программой всю область применения нового самолета. Естественно, что в результате этих последних испытаний выявляются как некоторые незамеченные раньше дефекты самолета, так и некоторые непредусмотренные ранее требования переделок, главным образом, переделок эксплуатационного характера. Так вот, все эти последние определяющие допуск самолета в массовую эксплуатацию изменения и должны быть внесены в эталон, и только уже в таком виде опытный самолет может быть передан как образец для постройки серии.

Итак, мы вкратце обрисовали путь прохождения самолета от момента его зарождения до его пуска в серийное производство. Как видим, путь этот достаточно сложный, чтобы не допускать какой бы то ни было неясности и нечеткости как в работе самих участвующих в создании нового самолета организаций, так в особенности в их взаимоотношениях. Только при полном сознании ответственности за все дело продвижения самолета (а не только за порученный узкий участок) каждого принимающего участие в этом деле лица и при хорошей организованности проведения дела от самого начала зарождения самолета (дачи технических требований) до его пуска в серию (представления образца-эталона) возможно добиться выполнения обеих поставленных выше задач — темпов в работе и качества продукции.

Переходим к третьей задаче летных испытаний — освоению новой материальной части.

Наряду с обеспечением пуска нового самолета в серийное производство испытывающий самолет персонал или организация должны обеспечить и следующий этап в жизни этого самолета — внедрение в эксплуатацию. Под внедрением в эксплуатацию мы понимаем период от момента получения строевыми частями или воздушными линиями новой, незнакомой им материальной части и до полного освоения ими этих новых самолетов. Вся работа по внедрению новой материальной части в эксплуатацию проводится под лозунгом жесточайшей борьбы за безаварийность.

Существует старое мнение, что с введением новой высшей по своей технике материальной части в первое время ее эксплуатации неизбежно увеличивается аварийность. Объясняют обычно это более сложной техникой и недостаточной изученностью нового типа самолета. Для нас, строителей социализма, нет ничего вреднее такого оправдывания аварийности. От нас, и только от нас самих, зависит, обучение нашего летного и инженерно-технического персонала новой технике. От нас зависит, будем ли мы иметь аварийность вообще и при новой, более сложной по своей технике, материальной части. Повышенная аварийность будет иметь место только тогда, когда все дело внедрения но-

материальной части в эксплуатацию будет проводиться без должной подготовки, самотеком.

В чем заключается необходимая подготовительная работа? Дело в том, что при массовом введении на снабжение нового типа самолета мы одновременно привлекаем к его эксплуатации большое количество летного и технического персонала. Все эти люди имеют опыт эксплуатации предыдущих типов, но с новым самолетом они не знакомы. Задача персонала и организации испытывающих опытный экземпляр самолета заключается в том, чтобы обучить летный и инженерно-технический персонал частей грамотной эксплуатации нового самолета с первых дней практического его применения. Если мы этого не сделаем, то каждая часть пойдет в деле освоения новой материальной части ошупью и в значительной мере вслепую. При таком деле ошибки неизбежны. Но если мы еще можем допускать некоторые ошибки при освоении новой материальной части в других областях техники, то в воздушной технике такое положение никак недопустимо, ибо здесь каждая ошибка может повлечь гибель дорогостоящей материальной части и личного состава.

Чтобы каждый инженер, техник и летчик при изучении нового самолета не шел своим путем, чтобы каждый из них не сделал возможных своих ошибок, словом, чтобы десятки и сотни лиц, работая вслепую, не повторяли бы одних и тех же ошибок, — вся эта работа по изучению нового самолета должна быть проделана высококвалифицированным инженерно-техническим и летным составом испытывающей самолет организации.

Изучение конструкции самолета испытывающим персоналом начинается еще задолго до его поступления на летные испытания. Чем раньше этот персонал начнет изучение опытного образца самолета еще в стадии постройки или даже проектирования, тем лучше и полнее сумеет передать свои знания другим. Кроме того, это изучение необходимо и для того, чтобы облегчить и самую работу по испытанию.

Испытание в полете является проверкой на практике теоретических расчетов и экспериментальных лабораторных исследований. Расчетный и исследовательский материал по данному самолету и является ориентировочным материалом для испытывающего самолет персонала при проведении летных испытаний. Детальное знание конструкции самолета и знакомство со всеми расчетами и исследованиями по данному самолету и высокая квалификация самого испытывающего персонала — это необходимые элементы для того, чтобы обеспечить изучение и освоение нового самолета за короткий срок его летных испытаний. Изучить самим самолет со всеми его летными и эксплуатационными особенностями, достоинствами и недостатками, проверить все это на практике, освоить его самим по время летных испытаний и затем передать свой опыт тем, кто будет эксплуатировать новый самолет, — таково содержание работы испытывающего самолет персонала. Качество проделанной им работы и качество передачи им своих знаний инженерно-техническому и летному персоналу частей — вот условия, определяющие авиационную безопасность в период внедрения новой материальной части.

В результате работы по этой, третьей, части летных испытаний составляется инструкция по эксплуатации данного типа самолета. Инструкция должна дать исчерпывающий материал, по которому летный и технический состав частей мог бы полностью руководствоваться во всей своей работе и мог бы, грамотно эксплуатируя новые самолеты, избежать аварий, поломок и вынужденных посадок. Сам же ведущий испытание персонал, кроме того, должен достаточно подготовиться, чтобы передать полученный им опыт другим экипажам, которым передаются данного типа самолеты.

Перейдем к четвертой задаче — постановке новых вопросов перед научно-исследовательскими и опытными организациями.

Если первые три задачи в практике нашей испытательной работы выполняются более или менее удовлетворительно, если по ним во всяком случае мы ясно понимаем, за что и как надо бороться, чтобы добиться хорошего их выполнения (причем здесь мы имеем уже немало достижений), то по последней на сегодняшний день мы работаем еще явно недостаточно.

Начнем с наиболее очевидного и поэтому наиболее понятного вопроса о сравнении данных летных испытаний с данными расчетов.

В испытательной организации накапливается богатейший и ценнейший материал: сводки летных испытаний самолетов самых разнообразнейших систем. Обычно один и тот же тип самолета за время его существования на снабжении испытывается несколько раз, причем каждый раз на испытания он приходит с теми или другими изменениями. Изменения эти бывают или только в полетном весе самолета и в его лобовом сопротивлении, или в незначительной степени в самой конструкции самолета. Параллельно с этим, в этой же испытательной организации имеется весь необходимый расчетный материал по каждому испытанному самолету.

Сама собой напрашивается работа по анализу всего этого материала с целью получения ответа на вопрос о сходимости результатов, получаемых расчетным путем, с результатами, получаемыми на практике, и внесению необходимых поправок в существующие методы расчета. До настоящего времени этой работой мы не занимаемся, хотя необходимость ее совершенно очевидна.

Правда, постановка такого вопроса требует очень высокого качества испытательной работы и хорошо разработанной методики испытаний, почему не все материалы и не всегда достаточно полно могут быть использованы. Но наша задача в том и заключается, чтобы в первую очередь добиться хорошего качества испытаний. Если этого не будет, то вообще испытательная работа теряет почти все свое значение.

До настоящего времени мы не имеем проработанного и обоснованного практикой материала о сходимости расчетных данных с получаемыми в действительности даже по таким видам расчетов, как горизонтальные скорости (особенно на высотах), скороподъемности и потолки, не говоря уж об устойчивости, управляемости и маневренности самолета.

Как пример проверки опытным путем других видов расчетов, приве-