

А.И. Трощев

**Монтаж авиационных
моторов**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
А11

А11 **А.И. Трошев**
Монтаж авиационных моторов / А.И. Трошев – М.: Книга по Требованию,
2015. – 224 с.

ISBN 978-5-458-37541-2

ISBN 978-5-458-37541-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2015

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2015

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

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

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

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



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Монтаж авиационных моторов как определенная дисциплина только в последние годы начал входить в программы высшей и средней технической школы. Еще совсем недавно эти школы готовили специалистов инженеров и техников по холодной или горячей обработке металлов, конструкторов и т. д., но не готовили специалистов по монтажу. Были даже споры: есть ли такая специальность — монтаж авиационных моторов? Жизнь разрешила эти споры: сейчас во многих вузах и техникумах уже существует специальность по монтажу авиационных моторов, и наши заводы с успехом используют лиц, получивших образование по этой специальности.

Однако изучение монтажа авиационных моторов затруднено отсутствием учебника или учебного пособия по этому вопросу. Это побудило нас сделать первую попытку создать такое пособие и для руководителя, и для учащихся. При этом пришлось столкнуться с большими затруднениями, так как объем вопросов, относящихся к монтажу, и методология изложения материала еще не вполне установлены. Нет и установившейся терминологии: одни и те же процессы или инструменты на разных заводах носят разные наименования. Мы выбрали те наименования, которые нам казались наиболее точными.

Мы надеемся, что обмен мнений с читателями позволит в недалеком будущем проверить, насколько правильно автор решил эти вопросы.

В предлагаемой книге читатель иногда встретит повторения. Автор не один раз напоминает о необходимости соблюдения чистоты при сборке, необходимости зачистки поверхностей перед сборкой и т. д., т. е. стремится сосредоточить внимание учащегося на «мелочах», которые определяют качество монтажа. В подтверждение своей точки зрения автор может сослаться на пример американской технологии монтажа. Описание почти каждой операции монтажа начинается словами: «разложить детали в порядке; осмотреть их поверхность, проверить, нет ли на ней дефектов — царапин, рисок, заборин и т. д., и, если в этом есть необходимость, детали зачистить».

В качестве примеров монтажа, наряду с современными авиамоторами, мы приводим и мотор М-17. Это сделано исключительно с целью использовать богатый и интересный опыт по монтажу этого мотора, опыт, который может оказаться полезным и при монтаже современных моторов. В основном же мы говорим о монтаже моторов АМ-34, Испано-Сюиза 12Ybrs, Райт «Циклон» и Гном-Рон К-14.

На примере этих моторов описаны основные методы монтажа, причем попутно даны краткие сведения по конструкции этих моторов, необходимые для понимания особенностей их сборки.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

При подготовке второго издания настоящая книга подверглась некоторой переработке. В раздел монтажа агрегатов введено описание сборки компрессора Вье и регулятора давления наддува.

Раздел монтажа редукторов дополнен описанием сборки редуктора мотора Райт «Циклон» с передаточным числом 16 : 11.

В другие разделы внесены мелкие исправления и дополнения, связанные с конструктивными изменениями современных моторов. Значительно сокращен устаревший материал по монтажу мотора М-17.

Из описания монтажа этого мотора по методическим соображениям оставлены только такие разделы (например, монтаж вертикальной передачи), которые до сих пор сохранили интерес и помогают читателю уяснить некоторые приемы монтажа.

Автор учел также отдельные замечания и пожелания читателей, облегчившие исправление некоторых недостатков первого издания.

Автор

Г Л А В А I

ПОНЯТИЕ О МОНТАЖЕ, ДОПУСКАХ И ЗАЗОРАХ

МОНТАЖ

Общее понятие о монтаже. Под монтажом мы будем подразумевать всю совокупность операций, имеющих целью получить надежно работающий механизм путем соединения отдельных, законченных обработкой его деталей в такой последовательности и с расчетом тех взаимодействий, какие требуются конструкцией механизма.

Как правило, монтаж механизма производится заводом, изготовляющим детали его; механизм к потребителю поступает в готовом виде. Иногда монтаж производят на месте, у потребителя; в большинстве случаев это бывает тогда, когда механизмы громоздки (блюминги, мощные турбогенераторы и т. п.) или когда монтаж иначе и невозможно по условиям расположения и работы деталей (например, монтаж приборов отопления, освещения, водопровода и т. д.).

Авиационный мотор монтируют на том же заводе, на котором изготовляют основные детали его.

Условимся считать началом монтажа мотора те операции, которые производят для соединения двух или нескольких деталей механизма в так называемый «узел».

Узлом называется соединение двух или более деталей, законченных обработкой и собираемых в процессе производства того или иного механизма. Такой узел участвует в дальнейшей сборке механизма либо как самостоятельное целое, либо как часть последующих, более крупных узлов. С этой точки зрения собранный механизм (мотор) можно рассматривать как окончательный узел. Узлы собирают в механическом, медницком или сборочном цехах и хранят обычно после их сборки в складе готовых деталей в качестве учетной единицы, которой присваивается определенное наименование и номер.

Операции, связанные с установкой мотора на испытательный станок (монтаж бензо-, масло- и водопроводов, постановка на мотор винта или мулинетки и т. д.), выполняющиеся на испытательной станции завода, а также операции по установке мотора на самолете (соединение трубопроводов мотора с баками и радиаторами, установка глушителей, обтекателей, винта и т. д.), выполняющиеся на самолетостроительных заводах или на аэродромах, в настоящей книге не рассматриваются.

Монтаж авиационного мотора на заводе заканчивается сдачей его для установки на испытательный станок.

Монтаж мотора. Детали и узлы, поступающие на сборку, должны удовлетворять следующим требованиям.

1) Они должны быть закончены обработкой, т. е. не должны требовать при монтаже никаких доделок и переделок, должны быть зачищены, все заусенцы должны быть сняты; если это требуется, детали должны быть дополированы, пригнаны по весу и т. д.

2) Детали должны быть взаимозаменяемыми, если отступление от этого не оговорено в специальных технических условиях на данный мотор. Детали считаются взаимозаменяемыми, если при замене одной детали другой (того же наименования) не требуется никаких дополнительных операций, т. е. если они совершенно тождественны по материалу, обработке и размерам (в пределах допусков).

В том и в другом случаях детали должны быть выполнены строго по чертежу, и размеры их должны находиться в пределах допусков на их изготовление. Если бы эти два требования не выполнялись, то монтаж осложнился бы целым рядом операций: зачисткой и доделкой отдельных деталей для их взаимной пригонки, не предусмотренной конструкцией и техническими условиями, и т. д., что дезорганизовывало бы монтаж и производство в целом.

Целый ряд монтажных операций по соединению двух или более деталей в узел можно производить и в механическом, и в монтажном цехах. Если после операций по соединению (запрессовка втулок, штифтов, постановка шпилек, штуцеров и т. д.) полученный в результате этих соединений узел требует дальнейшей механической обработки, то и эту промежуточную операцию, монтажную по своему существу, производят в механическом цехе. Так, например, втулки в верхнюю головку шатуна запрессовывают в механическом цехе, так как после этого эти втулки растачивают на станке. Шпильки, соединяющие обе половины картера, ставят также в механическом цехе, так как без этого нельзя вести дальнейших операций по совместной обработке обеих половин картера на станках и т. п. Наконец, в практике наших заводов нередко ряд монтажных по существу операций переносят в механический цех для того, чтобы побудить цех изготавливать детали более точно, так как работники механического цеха увидят при этом, как влияют на монтаж допущенные ими отступления в размерах.

Так, например, большую шестерню мотора АМ-34 подбирают с барабаном редуктора в механическом цехе ввиду необходимости установить нужный зазор между этими деталями.

Такой порядок сборки значительно облегчает также учет и планирование механических цехов, выпускающих не только законченные обработкой детали, но и собранные из них узлы. Подобные монтажные операции (например, постановка шпилек в картер) мы отнесем к монтажу, куда они по существу и относятся, независимо от места их выполнения.

Приступая к рассмотрению содержания монтажа, предварительно коснемся вкратце вопроса о допусках.

ДОПУСКИ И ЗАЗОРЫ ¹

Д о п у с к о м называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, между которыми может колебаться действительный размер данной детали (ОСТ 1001). Деталь считается годной, если размер ее лежит в границах предельных размеров, установленных для нее допуском, и бракуется, если ее размер лежит вне этих границ. Так, например, вал диаметром 60 мм, выполненный с допусками $\pm 0,01$ мм, может иметь размеры в пределах от 59,99 до 60,01 мм; при размерах же ниже или выше этих границ (допусков) деталь не годна: в первом случае она бракуется, во втором случае ее можно исправить (дошлифовать).

Размеры допусков почти во всех странах стандартизованы, и большинство стран имеет свою систему допусков. Так, в Германии действует система допусков DIN, которая принята также в Австрии и Бельгии; известны также французская, швейцарская, английская и американская системы; существует, наконец, и международная система допусков ISA.

В СССР имеется своя система допусков — система ОСТ, разработанная Всесоюзным комитетом по стандартизации. Эта система, близкая к системе DIN, имеет 9 классов точности. Наиболее распространены в машиностроении (в частности, и в авиамоторостроении) первые 4 класса: к 1 классу относятся весьма точные изделия; ко 2 классу — детали точного машиностроения, в том числе и основная масса деталей авиамоторов; к 3 классу — менее точные детали машиностроения и авиамоторов; к 4 классу (грубые посадки) — грубые детали машиностроения. Для 2 класса точности имеется 12 посадок, из них семь неподвижных: горячепрессовая *Гр*, прессовая *Пр* и легкопрессовая *Пл*, глухая *Г*, тугая *Т*, напряженная *Н* и плотная *П* и пять подвижных посадок: скольжения *С*, движения *Д*, ходовая *Х*, легкоходовая *Л* и широкоходовая *Ш*.

Система ОСТ охватывает диаметры от 1 до 500 мм с разбивкой на 12 групп.

Таблицы ОСТ 1012, 1022 и 1020 приложены в конце книги.

З а з о р о м называется положительная разность между диаметром отверстия и диаметром вала, создающая свободу их относительного движения (ОСТ 1002); так, по 2 классу точности вал диаметром 20 мм может иметь во втулке или подшипнике зазор от 0,000 до 0,037 мм при скользящей посадке или от 0,008 до 0,045 мм при посадке движения и т. д. (ОСТ 1020). Зазор может быть определен как расстояние между этими двумя деталями (втулкой и валом) в их собранном виде, т. е. как ширина щели между ними при условии, что эти детали касаются друг друга в точке, противоположной середине щели. Величина зазора может быть измерена индикатором, как разность его показаний при качании вала; при этом вал должен касаться

¹ О допусках и зазорах подробнее см.: Р я б о в, Допуски в автотракторостроении, ОНТИ, 1935; Л е с о х и н, Допуски в машиностроении, ОНТИ, 1935; С а в в и н, Допуски в машиностроении; С о к о л о в с к и й, Допуски и посадки, вып. 1, 2-е изд., 1933; Стандарты на допуски и посадки, изд. Стандартизация и рационализация, М., 1934.

втулки сначала в самой верхней, а затем в самой нижней ее точке. Более грубые замеры можно производить шупом. Зазор может быть заранее подсчитан по размерам сопрягаемых деталей (с учетом их допусков).

Н а т я г о м называется отрицательная разность между диаметром отверстия и диаметром вала до сборки, создающая после сборки неподвижное соединение (ОСТ 1002). Натяг, являющийся как бы отрицательным зазором, может быть определен только обмером сопрягаемых деталей. Он бывает также различной величины при различных неподвижных посадках (см. ОСТ 1022 и 1012, 2 класса точности).

Для получения различных посадок нет необходимости менять одновременно размеры и отверстия, и вала. Если размер отверстия остается постоянным (конечно, с присвоенным ему допуском), а различные посадки осуществляются путем изменения допусков на вал, то такая система допусков называется с и с т е м о й о т в е р с т и я. Если же размер вала остается постоянным, а для получения различных посадок меняются допуски на размеры отверстий, то такая система допусков называется с и с т е м о й в а л а.

Обе эти системы применяются в машиностроении почти в одинаковой степени, причем иногда отдают предпочтение системе отверстия, так как для изготовления и измерения валов различных размеров (для разных посадок) требуется более дешевый мерительный и режущий инструмент, чем для отверстий; кроме того, установлено, что при одной и той же удельной затрате работы вал можно обработать на 30% точнее, чем отверстие¹.

Рассмотрим несколько примеров (по авиамотору АМ-34).

Пример 1. А. Коренные вкладыши имеют внутренний диаметр $95^{+0,021}$ мм, т. е. их размеры могут находиться в пределах от 95,00 до 95,021 мм.

Б. Коренные шейки коленчатого вала имеют диаметр $95^{-0,040-0,075}$ мм, т. е. их размеры могут находиться в пределах от 94,960 до 94,925 мм.

Максимальный зазор получается путем вычитания из максимального размера отверстия минимального размера вала, т. е.

$$95,021 - 94,925 = 0,096 \text{ мм.}$$

Минимальный зазор получается путем вычитания из минимального размера отверстия максимального размера вала, т. е.

$$95,00 - 94,960 = 0,040 \text{ мм}$$

(что соответствует ходовой посадке по ОСТ 1012).

Пример 2. А. Главная шестерня коленчатого вала имеет размер $46^{+0,027}$ мм, т. е. ее размеры могут находиться в пределах от 46,00 до 46,027 мм.

¹ Рябов, Допуски в автотракторостроении, стр. 47. В настоящее время эта азница считается несколько меньшей.

Б. Втулка хвостовика коленчатого вала имеет размер $46_{-0,027}^{-0,010}$ мм, т. е. размеры ее могут находиться в пределах от 45,990 до 45,973 мм, следовательно:

$$\begin{aligned} \text{зазор максимальный } & 46,027 - 45,973 = 0,054 \text{ мм,} \\ \text{» минимальный } & 46,000 - 45,990 = 0,010 \text{ мм} \end{aligned}$$

(что соответствует посадке движения по ОСТ 1012).

Пример 3. А. Диаметр отверстия верхней головки шатуна $41_{+0,027}$ мм, т. е. его размеры могут находиться в пределах от 41,00 до 41,027 мм.

Б. Втулка верхней головки шатуна имеет наружный диаметр $41_{+0,085}^{+0,065}$ мм, т. е. ее размеры могут находиться в пределах от 41,065 до 41,085 мм.

По аналогии с предыдущими примерами имеем:

$$\begin{aligned} \text{зазор максимальный } & 41,027 - 41,065 = -0,038 \text{ мм (натяг),} \\ \text{» минимальный } & 41,00 - 41,085 = -0,085 \text{ мм } \end{aligned}$$

Эта посадка — специально прессовая, ОСТ не соответствует.

В табл. 1 указан ряд типичных посадок по мотору АМ-34; в табл. 2 — сравнительные зазоры (без указания номинальных размеров и посадок) по некоторым современным моторам.

Примеры суммирования допусков. При монтаже мотора мы будем иметь в виду только детали, выполненные по чертежу, т. е. размеры которых находятся в пределах допусков. При монтаже двух деталей зазоры между ними можно определить по размерам деталей. Зазоры между несколькими сопрягаемыми последовательно деталями можно определить следующим образом.

Возьмем блочный мотор (например, мотор АМ-34) и определим расстояние между осями коленчатого вала и распределительного вала (фиг. 1), учитывая допуски на отдельные детали:

	Размер в мм	Допуски в мм	
		+	—
Расстояние от оси картера до опорной поверхности блока а	238	0,205	0,205
Высота рубашки блока б	213	0,10	0,10
» прокладки в	2	0,10	0,10
» головки блока г	158	0,30	0,30
» подшипника распределительного вала д	52	0,10	0,10
Расстояние между осями валов E_1	663	0,805	0,805

Итак, этот размер, в зависимости от совпадения допусков на разных моторах или на одном и том же моторе, но в разных блоках, может колебаться от 662,195 до 663,805 мм или на 1,610 мм (0,805 ± 0,805), т. е. на сумму допусков отдельных деталей.

Посадки при сборке узлов авиамотора АМ-34

№ по пор.	Название сопрягаемых деталей	ОСТ	Посадка по ОСТ	Обозначение посадки	Диаметр	Отклонения в размерах		Зазор	
						отверстия	вала	наиб.	наим.
1	Картер верхний Трубка маслопровода	—	—	А-3 С Пр	7,5	0,000 +0,030	+0,050 +0,040	-0,010	-0,050
2	Картер верхний Стопорная шпилька	—	—	Л Пр В-3	8,0	-0,060 -0,100	0,000 -0,030	-0,010	-0,030
3	Втулка хвостовика коленчатого вала Шпилька	—	—	— Пр	5,0	-0,010 -0,023	0,000 -0,010	-0,000	-0,023
4	Шатун Втулка верхней головки	—	—	А С Пр	41	0,000 +0,027	+0,085 +0,065	-0,038	-0,085
5	Винтовая шестерня Вертикальный вал	1012	+0,038 -0,030	А Г	20	0,000 +0,023	+0,030 +0,015	+0,008	-0,030
6	Конус подшипника вертикальной передачи Вкладыш подшипника	1012	+0,008 -0,830	А Г	25	0,000 +0,023	+0,030 +0,015	+0,008	-0,030
7	Вал редуктора Болт крепления	1012	-0,019 +0,012	А Т	13	0,000 +0,019	+0,019 +0,007	+0,012	-0,019
8	Малая шестерня редуктора Коленчатый вал	1012	-0,026 +0,032	А Н	96	0,000 +0,035	+0,026 +0,003	+0,032	-0,026
9	Винтовая шестерня распределительного вала Распределительный вал	1012	—	А П	37	0,000 +0,027	+0,008 -0,008	+0,035	-0,008
10	Картер верхний Конус подшипника вертикальной передачи	1012	—	А П	86	0,000 +0,035	+0,012 -0,012	+0,047	-0,012

11	Картер нижний Стакан вертикальной передачи	1012	0,000 +0,050	А С	76	0,000 +0,030	0,000 -0,020	+0,050	0,000
12	Главная шестерня коленчатого вала Втулка хвостовика коленчатого вала	1012	+0,010 +0,054	А Д	46	0,000 +0,027	-0,010 -0,027	+0,054	-0,010
13	Коренные вкладыши Коленчатый вал	1012	+0,040 +0,096	А Х	95	0,000 -0,021	-0,040 -0,075	+0,096	+0,040
14	Напилье к гибкому валу Наконечник гибкого вала	1012	+0,013 +0,043	А Х	8	0,000 +0,016	-0,013 -0,027	+0,043	+0,013
15	Втулка подшипника Валик с зубом	1022	+0,030 +0,072	Л В	14	+0,060 +0,030	0,000 -0,012	+0,072	+0,030
16	Втулка подшипника вертикального вала Винтовая шестерня передачи к распределительному валу	1012	+0,050 +0,112	А Л	31	0,000 +0,027	-0,050 -0,085	+0,112	+0,050
17	Стакан вертикальной передачи Валик с шестерней	1012	+0,060 +0,118	А Ш	30	0,000 +0,023	-0,060 -0,095	+0,118	+0,060
18	Направляющая клапана впуска Клапан впуска	1012	+0,045 +0,094	А Ш	18	0,000 +0,019	-0,045 -0,075	+0,094	+0,045
19	Поршень Палец поршня	1021	0,000 0,026	С В	36	0,000 +0,015	0,000 -0,011	+0,026	0,000
20	Втулка верхней головки шатуна Палец поршня	—	—	Х В	36	+0,049 +0,024	0,000 -0,011	+0,060	+0,024

Монтажные зазоры

Сопрягаемые детали	Вид зазора	М-17		АМ-34		Испано-Сюзиза 12 Ybrs	
		наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.
1-е поршневое кольцо в канавке поршня	Боковой	0,05	0,11	0,05	0,095	0,14	0,18
2-е » »						(0,16)*	0,16
3-е » »						(0,14)	0,15
4-е (маслосборное)		0,01	0,06	—	0,11	(0,13)	
5-е »					0,04	0,08	
						(0,06)	
Поршневое кольцо, зазор в замке	Боковой	0,3	0,7	1-е 0,65 0,75 2-е 0,45 0,55 3-е 0,3 0,4 4-е 0,3 0,4	0,5	0,7	(0,6)
Палец поршневой в поршне	Диаметральный	—	—	0,00	0,026	0,00 — 0,027	(—0,013)
Палец поршня во втулке верхней головки шатуна		0,02	0,05	0,024	0,060	0,025	0,051
Втулка в верхней головке шатуна	Диаметральный	Плавающая 0,01 0,05 Бронзовая —0,045 —0,09	—0,038 —0,085	—0,02	—0,06	(—0,04)	
Втулка в нижней головке прицепного шатуна	Диаметральный	—	—	—0,02	—0,06	(—0,04)	
Палец прицепного шатуна во втулке нижней головки	Диаметральный	В бронзовой втулке 0,04 0,098	—	0,03	0,055	(0,04)	
Палец прицепного шатуна в нижней головке главного шатуна	Диаметральный	—	Внутренний шатун по вильчатоу 0,03 0,85 0,03 0,05	—0,01	—0,03	(—0,02)	

* Зазоры в круглых скобках — желательные.

** Зазоры в прямых скобках (по мотору Уэрлвинд) — максимально-допусти