

М. М. Хрущов

Авиамоторостроение

часть 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
М11

М11 **М. М. Хрущов**
Авиамоторостроение: часть 1 / М. М. Хрущов – М.: Книга по Требованию,
2017. – 170 с.

ISBN 978-5-458-38411-7

ISBN 978-5-458-38411-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2017

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

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

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

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ЗАДАНИЕ 1.

ГЛАВА I.

ОСОБЕННОСТИ, ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВИАМОТОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

§ 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННЫХ МОТОРОВ.

Производство авиационных моторов относится по размерам изделия, потребному оборудованию, организации производства и квалификации необходимого персонала к среднему машиностроению, подобно производству автомобилей, мотоциклов или металлообрабатывающих станков небольшого размера. Вместе с тем оно обладает некоторыми особенностями, которые его выделяют в самостоятельную группу. Эти особенности вытекают из: 1) технических требований к изделию в целом и к отдельным его деталям, 2) экономических условий, определяемых сбытом, и 3) назначения мотора.

§ 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.

Особенности производства, вытекающие из технических требований к мотору и его деталям, таковы: а) применение наиболее легких и прочных материалов, б) усложнение механической обработки с целью возможно большего облегчения деталей, в) высокая степень однородности в качестве материалов и обработки.

Эти требования являются следствием основного требования, предъявляемого ко всякому авиационному мотору — мотор должен быть наименьшего веса при заданных: мощности, числе оборотов, надежности в работе и др. качествах.

Вопрос веса в изделиях, не связанных с транспортом, как станки стационарные двигатели и т. п. имеет в большинстве случаев только экономическое значение, а именно: машина должна быть возможно более дешевой; отсюда лишь как одно из следствий вытекает требование возможно меньшего расхода металла на ее изготовление.

В изделиях, связанных с транспортом, как автомобиль, мотоцикл, судовой двигатель, железнодорожный вагон и т. п., вопрос веса приобретает уже самостоятельное техническое значение, поскольку уменьшение собственного веса той или иной машины влечет за собой экономию в потерях на преодоление трения при движении или возможность увеличения полезного груза, подлежащего транспортированию, или другие технические выгоды. Целесообразность уменьшения собственного веса обычно ограничивается соображениями экономическими, так как применение для облегчения конструкции легких металлов или сталей высокой прочности или сложной механической обработки связано с значительным удорожанием.

В авиационных моторах это последнее соображение играет, как дальше указано, подчиненное значение, и требование минимального веса выступает на первый план.

Для уяснения изложенного в нижеследующей таблице приведен для разных двигателей внутреннего сгорания их удельный вес, т. е. число килограммов веса двигателя, приходящееся на 1 л. с. его действительной мощности.

ТАБЛИЦА 1.
УДЕЛЬНЫЕ ВЕСА ДВИГАТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ.

Тип двигателя	Удельный вес двигателя в кг л. с.
Авиационные моторы .	от 0,5 до 1,2
Автомобильные моторы . .	от 4 до 10
Судовые Дизеля . .	от 20 до 35
Стационарные крупные Дизеля для электростанций	около 150

§ 3. АВИАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

Для изготовления деталей авиамоторов широко применяются так называемые легкие сплавы и специальные стали, обладающие высокой прочностью.

Легкими сплавами называются сплавы со значительно меньшим удельным весом, чем железо: алюминиевые сплавы (уд. вес от 2,6 до 3,0), в которых главной составной частью является алюминий, и магниевые сплавы (у нас называются электрон, уд. вес около 1,8), в которых главной составной частью является магний.

Алюминиевые сплавы начали применяться в авиамоторах со времени войны, магниевые сплавы еще позднее, всего — несколько лет назад.

Алюминиевые сплавы находят также применение в автостроении в некоторых отраслях машиностроения, и в домашнем обиходе; в последнее время в Германии были попытки применения их для изготовления железнодорожных вагонов. Однако, главной областью применения

алюминиевых сплавов в машиностроении является авиация, и в частности авиационное моторостроение.

Электрон находит себе прочное применение пока исключительно для изготовления деталей авиационных моторов.

Изготовление деталей моторов из легких сплавов имеет ряд особенностей и подробно описано ниже, в главах IV и V.

Применение в производстве авиационных моторов высококачественных специальных сталей характеризуется, во-первых, высокими требованиями, предъявляемыми к этим сталям в том виде, в каком они поступают на моторные заводы, т. е. к поковкам и катаным пруткам; во-вторых, тщательностью и, в некоторых случаях, сложностью той термической обработки, которую детали из специальных сталей получают, как это описано в главах III и VIII.

В автостроении специальные стали применяются для значительно меньшего числа деталей, чем в авиамоторостроении; в тракторостроении они находят еще меньшее применение, что объясняется значительно большей их дороговизной и трудностью изготовления сравнительно со сталью „углеродистыми“.

§ 4. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.

Стремление облегчить деталь мотора заставляет конструктора тщательно распределять в ней материал, наблюдая за тем, чтобы нигде не оставалось материала полностью не использованного. В результате деталь обычно получает сложную форму, тонкие стенки, внутренние полости, тонкие ребрышки, которые могут быть точно выполнены только путем механической обработки.

Все стальные и алюминиевые поковки или штамповки деталей мотора подвергаются обработке со всех сторон и притом в большинстве случаев обработке сложной, требующей применения различных приемов и затраты значительного времени. В этом отношении детали автомобилей и тракторов значительно проще; так, например, коленчатый вал и кулачковый вал авиационного мотора делаются пустотелыми по длине, в то время как в тракторных или автомобильных двигателях они в шейках обычно не сверлятся. Шатун автомобильного или тракторного двигателя после штамповки не обрабатывается в своем стержне, в то время как шатун авиационного мотора в стержне обрабатывается кругом или путем фрезеровки (стержень „таврового“ сечения) или путем обточки и сверления (стержень круглого сечения).

Для прочности кованых или штампованных деталей имеет большое значение расположение в них так называемых волокон материала (см. гл. III), каковое расположение зависит от способа горячей механической обработки (ковки или штамповки). Поэтому способковки или штамповки должен быть тесно увязан с назначением и требованиями, предъявляемыми к готовой детали, и со способами ее последующей механической обработки. В производстве автомобилей и тракторов этот вопрос тоже учитывается, но столь большого (иногда решающего) значения он не имеет.

§ 5. ОДНОРОДНОСТЬ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ И ОБРАБОТКИ.

Однородность в качестве материала и его горячей и механической обработки имеет в производстве моторов исключительно большое значение.

Как известно, в производстве невозможно постоянно получать в точности один и тот же состав стали или в механической обработке выдерживать в точности одни и те же размеры — колебания бывают неизбежно. Если эти колебания незначительны и в результате запас прочности детали не понижается, или условия ее работы не ухудшаются сравнительно с намеченными конструктором, то мотор будет работать надежно; если же эти колебания выходят из допустимых пределов, то расчетные запасы прочности могут оказаться недостаточными или условия работы ненормальными, и при работе мотора произойдут поломки, перегревы, или заедания, словом те или иные „отказы от работы“. Внезапное прекращение работы мотора во время полета является обстоятельством чрезвычайно серьезным, так как в значительном числе случаев вынужденная посадка влечет за собой гибель самолета и людей.

Данные, приведенные ниже и относящиеся к 1927 г. по французскому воздушному флоту, показывают, какой процент из общего числа аварий в эксплуатации приходится на долю неисправности мотора и его частей.

Из 100 несчастных случаев с самолетами 50 были обязаны ошибкам управления (потеря скорости, встреча препятствий), а 50 — материальной части, из коих 45 обязаны остановкам моторов. Из общего числа этих остановок $\frac{1}{3}$ произошла вследствие неудовлетворительной работы вспомогательных частей: карбюраторов, приборов зажигания, радиаторов, трубопроводов.

Если конструкция мотора и пригодность применяемых материалов к условиям службы на данном моторе проверены и испытаны, то путем надлежащей организации производства и контроля в производстве можно получать однородно-надежные моторы. Случаи поломок или аварий, происходящих по причинам, которые невозможно было бы предупредить вследствие несовершенства тех способов контроля, которыми мы располагаем, или вследствие неполноты наших знаний, хотя и имеют место, но весьма редко.

Поэтому в производстве авиамоторов особенное внимание должно быть отведено вопросу обеспечения однородности материалов и обработки и соответствию их качеств установленным требованиям. Это внимание должно касаться не только основных „ответственных“ деталей, как коленчатый вал или шатун, но решительно всех деталей мотора как основных, так и вспомогательных, возможная поломка или неисправная работа которых может повести к неисправностям и к вынужденной остановке в работе мотора.

Проверка качества материалов и обработки деталей должна быть организована в авиамоторном производстве особенно тщательно и строго, и необходимость подобного контроля надо отнести к одной из особенностей, характеризующих это производство, а требование однородности в качестве материалов и обработки — к основным техническим требованиям.

§ 6. УСЛОВИЯ СБЫТА.

Как товар, авиационный мотор имеет довольно узкий рынок сбыта. Причина этого заключается в том, что авиация не получила еще широкого применения в качестве нормального способа передвижения. Число потребителей невелико сравнительно с числом заводов, производящих авиамоторы.

Массовое производство, например, в механическом цехе (в автостроении, в тракторостроении) характеризуется дроблением сложной обработки на отдельные операции, выполняемые на специальных станках, дающих большую производительность; станки и другие машины ставятся независимо от их характера по порядку движения обрабатываемой детали (напр. станки механической обработки, печи, приборы для испытания, машина для промывки); в плане мастерских и всего завода выдерживаются определенные наиболее экономные пути движения материалов, деталей и отходов. В сборочном цехе работа разбита между рабочими на операции, и собираемая машина движется на „конвейере“ от одних рабочих к другим. Все эти характерные признаки массового производства в полном своем развитии не встречаются на авиамоторных заводах, так как там такая постановка масштабами производства не выдерживается, по крайней мере в условиях мирного времени.

Большая часть авиамоторов как по своим типам, так и по абсолютному количеству строится для применения на военных самолетах. Это подтверждается данными о моторах, выпускаемых с моторных заводов Европы.

Если обратиться к таким же данным по Америке, где гражданская авиация получила свое наибольшее развитие, то там можно видеть, что до последнего времени около половины моторов шло для военных надобностей и лишь 1929 г. отмечен началом усиленного строительства моторов для гражданского воздушного флота.

В 1929 году в Америке было построено:

моторов мощностью менее	75	л.с.	479 шт.
	76 — 125		1309
	126 — 175		1208
	176 — 225	"	656
	226 — 300	"	552
	более 300	"	1404
Итого			5609 шт.

По другим данным за тот же 1929 г. в Америке построено 7378 моторов против 3600 штук, построенных в 1928 г.

Военное значение имеют, как известно, моторы, обладающие мощностью свыше 300 л. с. (кроме учебных), каковых было построено около 25 %.

Следует добавить, что в связи с наступлением в Соединенных Штатах экономического кризиса, производство авиационных моторов уменьшилось и в 1930 г. было выпущено всего 3766 штук.

Таким образом, потребителями авиамоторов, по крайней мере в Европе, являются в подавляющей части военные ведомства разных стран; далее поддержка гражданской авиации, которую оказывают соответствующие правительства, имеет в виду главным образом возможное использование ее в случае надобности для военных целей.

Авиационный мотор является в настоящее время одним из предметов вооружения. Конкуренция, существующая в области вооружения между различными капиталистическими странами, сказывается поэтому и в авиамоторостроении; она ведет к непрерывному развитию все более совершенных конструкций и к применению новых лучших материалов и методов обработки. Все новое, что дает техника и что может быть с успехом использовано в авиации, немедленно получает там применение, и если это применение улучшает качества мотора, оно становится устойчивым, независимо от стоимости этого нововведения.

Постоянное изменение и совершенствование конструкций деталей моторов при небольшом масштабе их производства сказывается также на подборе оборудования, которое выбирается возможно универсальным, чтобы быть пригодным для перехода производства с одних моделей моторов на другие.

Значение авиамотора для военных целей имеет также своим следствием обстановку секретности, которой во многих случаях фирмы окружают свое производство или некоторые из его отделов, особенно экспериментальные, где разрабатываются новые конструкции.

На моторных заводах Европы можно встретить военных приемщиков, осуществляющих проверку качества обработки материалов, сборки и испытывающих готовые моторы. В некоторой, иногда значительной части, аппарат военной приемки вторично проверяет то, что ранее проверялось аппаратом внутризаводского контроля. Такое сдвигание работы считается целесообразным, поскольку лучше гарантирует качество мотора от возможных пропусков заводского контроля.

Наконец, военное назначение авиамоторов сказывается на том, что особенно сильная потребность в них может возникнуть в период войны; поэтому большинство авиамоторных заводов Европы имеет значительные неиспользуемые пока запасы мощности оборудования и площадей. Во многих случаях эти запасы сложились исторически, в связи с тем, что наибольшее свое развитие авиамоторостроение получило в годы мировой империалистической войны.

§ 7. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПРОИЗВОДСТВА АВИАМОТОРОВ.

Постепенное развитие мощности и удельного веса авиационного мотора видно из следующих данных.

В 1903 г. бр. Райт (Америка) производили полеты, пользуясь четырехцилиндровым мотором своей конструкции, мощностью 30 л. с., уд. вес около 3,3 кг на л. с.

В 1909 г. Блерио при первом перелете через Ламанш пользовался мотором Анзани (Франция) мощностью 25 л. с.

В эти годы (1908—1909 г.) наибольшая мощность моторов достигала 100 л. с.

В период войны (1914—1918) нижеследующие моторы явились наиболее распространенными:

Мотор Рон (Франция), ротативный, мощностью 100 л. с.	
уд. вес	1,3 кг на л. с.
Мотор Испано (Франция), мощностью 150 л. с. уд.	
вес	1,15 кг на л. с.
Мотор Сименс (Германия), ротативный, мощностью	
200 л. с., уд. вес	0,97 кг на л. с.
Мотор Либерти (Америка), мощностью 400 л. с., уд.	
вес	0,95 кг на л. с.

Три последних мотора были созданы во время войны.

В 1924 г. мощность доходит до 650 л. с. (Райт Т. 3, Америка), с уд. весом 0,81 кг на л. с.

В 1927 г. удельный вес у некоторых рекордных звездообразных моторов доходит до 0,4 („Меркурий“ завода Бристоль). Эта цифра остается непревзойденной до настоящего времени, по крайней мере для моторов, находящихся на серийном производстве.

Мощность современных наиболее мощных авиамоторов доходит до 2000 л. с. (напр. мотор Рольс-Ройс тип R, мощность 1900 л. с., уд. вес 0,364 кг на л. с.).

До войны производство авиамоторов на большинстве заводов существовало не как самостоятельное независимое производство, а было при автомобильных или иных заводах в качестве производства второстепенного.

В отношении конструкции уже тогда существовали почти все типы моторов, которые в дальнейшем и совершенствовались: однорядные, V-образные, веерообразные, звездообразные.

Война дала сильный толчок развитию конструкции мотора и развитию авиамоторной промышленности. Во время войны возник целый ряд крупных моторных заводов, годовой выпуск которых выражался многими тысячами единиц.

Так например мотор Испано-Сюиза, первая модель которого была спроектирована в 1914—1915 г., к 1918 г. был уже построен в своих трех моделях—150/180 л. с., 200/220 л. с. и 300 л. с. в количестве около 50 тысяч экземпляров (строился на заводах Франции, Америки, Англии и Японии).

Общее количество авиамоторов, построенное в годы войны во всех странах, составляет около 230000 штук; к концу войны Франция выпускала одних моторов Испано-Сюиза до 90 штук в день (по данным фирмы).

После войны в период 1919—1923 г. наступило полное затишье. На большинстве моторных заводов производство было прекращено, и предприятия консервировались, что объясняется, во-первых, прекращением спроса и, во-вторых, тем, что к этому моменту во всех странах на складах скопились значительные количества моторов.

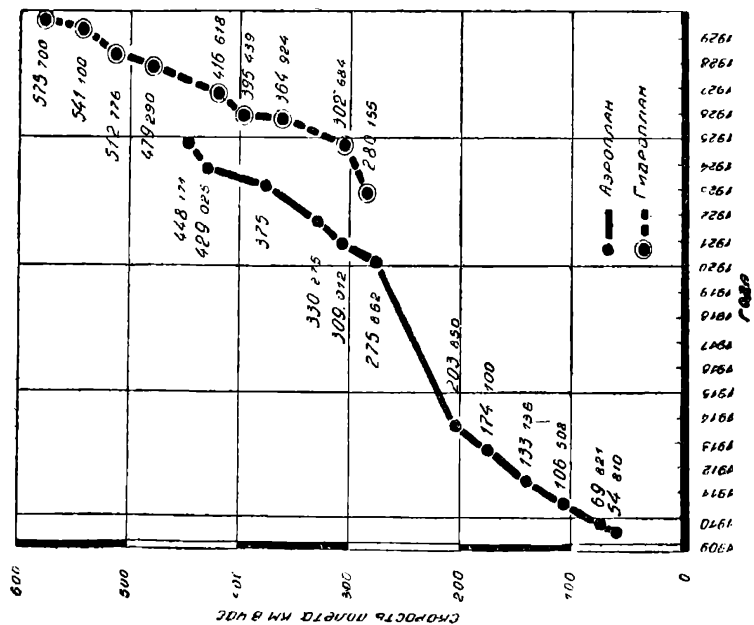


Рис. 1. Рекорды скорости полета аэропланов и гидропланов по годам (Ежегодник l'Année aéronautique, 1930).

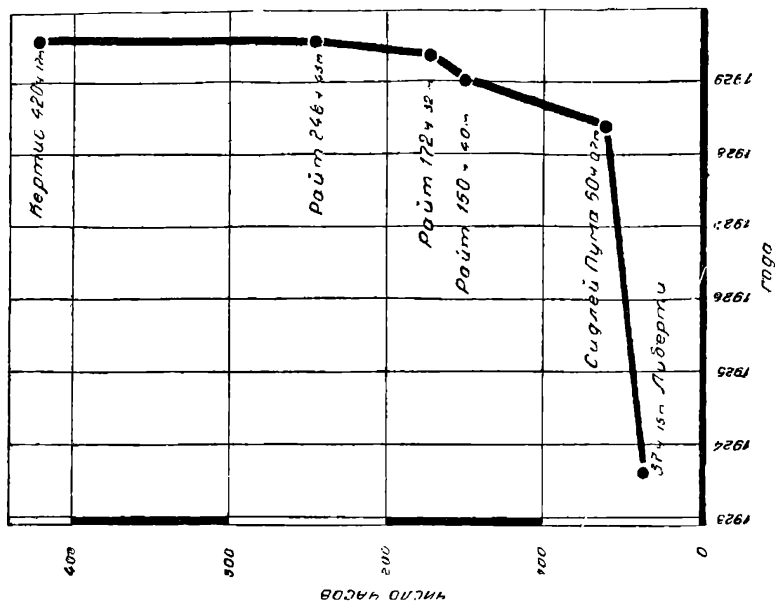


Рис. 2. Рекорды продолжительности непрерывной работы мотора на самолете в воздухе, по годам. (Ежегодник l'Année aéronautique, 1930).

В дальнейшем конкуренция в области вооружений заставила соревнующиеся страны вновь начать строить моторы, так как запасы оставшихся от войны оказались устаревшими сравнительно с вновь появившимися конструкциями. Постепенно заводы, стоящие на консервации, начали производство вновь, и теперь оно развивается все более, однако далеко не доходя до выпуска во время войны.

Характеристикой темпов технического прогресса в авиации и в частности в авиадвигателестроении могут служить рекорды, устанавливаемые на ежегодных международных авиационных состязаниях и регистрируемые официально. На рис. 1 показаны в виде диаграммы наибольшие скорости полета по годам, отдельно для аэропланов и гидропланов. На рис. 2 показаны также по годам продолжительности работы мотора в воздухе без остановки и посадки (наполнение бензинового бака летавшего самолета горячим производилось периодически в воздухе от другого самолета); цель этих последних испытаний — демонстрация надежности мотора.

§ 8. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВИАМОТОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

В настоящее время авиадвигатели строятся свыше чем на 70 заводах в разных странах. Наиболее известные заводы, список которых приведен в приложении № 1, распределяются по странам следующим образом.

ТАБЛИЦА 2.

КОЛИЧЕСТВО АВИАМОТОРНЫХ ЗАВОДОВ (НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫХ) ПО СТРАНАМ.

Наименование страны	Количество заводов	Наименование страны	Количество заводов
Америка .	11	Германия . . .	7
Англия	11	Чехо-Словакия .	3
Франция .	10	Австрия	1
Италия	5		

Кроме указанных в этом списке стран авиадвигатели строятся также в Японии, Польше, Испании и Швейцарии.

В Америке имеется свыше 25 заводов, которые строят моторы только малой мощности, не свыше 165 л. с.

Все заводы можно, по их отношению к изготавливаемым моторам, разбить на две группы: заводы, производящие моторы собственной конструкции, и заводы, изготавливающие моторы, разработанные другими фирмами, причем первых оказывается большинство.

До войны французские конструкции были ведущими. После войны ведущими конструкциями стали английские и американские.

Потребность современной авиации в моторах по их мощности и назначению может быть сведена к ограниченному количеству типов, грубо говоря около 8. Если проследить по заводам, какое количество разных типов моторов каждый из них изготавливает, то можно отметить следую-

щее: одни заводы стараются сосредоточиться на небольшом числе типов и моделей, вплоть до одной - двух; другие заводы стараются своей продукцией охватить все потребности авиации в разных типах.

Выше было указано, что авиамоторное производство возникало до войны по большей части при каком-либо другом основном производстве. В настоящее время также почти нет фирм, которые бы выпускали только одни авиамоторы. Это производство в коммерческом отношении слишком неустойчиво, так как не опирается на широкий рынок сбыта и зависит от небольшого числа возможных покупателей. Поэтому, несмотря на несомненную поддержку соответствующих правительств в части распределения основных заказов, фирмы, производящие авиамоторы, одновременно выпускают какие-либо другие изделия, близкие по характеру к моторам и которые иногда изготавливаются в значительной части в тех же самых основных цехах.

Это подтверждается примером ряда заводов континента, указанных в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3.

		Наименование производства			
		авиамоторы	автомобили	мотоциклы	другие двигат.
Франция	Гном-Рон . . .	×	—	×	—
	Испано-Сюзиза	×	×	—	—
	Лорэн-Дитрих	×	×	—	—
Германия	Б. М. В.	×	×	×	—
	Майбах .	×	×	—	×
	Сименс	×	—	—	×
Италия	Фиат .	×	×	—	—

Смысл такой комбинации двух или более производств заключается, во-первых, в создании коммерчески более устойчивой базы для данного предприятия, чем один рынок сбыта авиамоторов, и, во-вторых, в уменьшении накладных расходов в той части, к которой они являются мало зависящими от выпуска.

Во многих случаях авиамоторное производство не является основным для данной фирмы и возникает при другом производстве, экономически устойчивом и уже имеющем свой рынок. Таковы, например, фирмы: Рено, Панар-Левассор, Фиат, Рольс-Ройс, основным производством которых является автостроение; Сименс — электротехнические производства; Юнкерс — машиностроение и т. д.

Присоединение экономически менее устойчивого производства к более устойчивому можно объяснить следующими причинами: а) соображениями государственного порядка (вопросы обороны); б) стремлением фирм иметь свое сильное конструкторское бюро, чтобы технически быть готовыми к возможному интенсивному развитию авиации, дабы в области моторостроения с самого начала занять надлежащее место. Большинство заво-