

Д. Хэмфрис

Ракетные двигатели и управляемые снаряды

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
Д11

Д11 **Д. Хэмфрис**
Ракетные двигатели и управляемые снаряды / Д. Хэмфрис – М.: Книга по Требованию, 2013. – 306 с.

ISBN 978-5-458-31549-4

В книге английского специалиста по ракетной технике Дж. Хэмфриса рассматриваются вопросы устройства ракетных двигателей на твердом и жидком топливе и различные области их применения, главным образом для управляемых снарядов. Даются также основные сведения об управляемых снарядах ближнего действия и дальнобойных баллистических ракетах: их устройстве, системе наведения и. управления, запуске и т. д. Специальный раздел посвящен перспективам развития ракетной техники: использованию новых топлив и конструкционных материалов и атомных двигателей. Разбираются также вопросы о запуске искусственных спутников Земли и межпланетных полетах. Книга содержит большой иллюстративный материал. Рассчитана на изучающих ракетную технику и широкий круг читателей.

ISBN 978-5-458-31549-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

Быстрое развитие современной техники и огромные возможности, которые она открывает перед человечеством, привлекают к ней очень большое внимание. Одной из сравнительно молодых, но очень быстро развивающихся и очень перспективных ее областей является ракетная техника.

Завоевание межпланетного пространства — вот проблема, которая стоит уже сегодня перед ракетной техникой. Исключительно важное значение имеет она и в военном деле, особенно для нанесения внезапных ударов с воздуха и для целей ПВО. Поэтому неслучайно созданию мощных ракетных двигателей и надежно работающих систем управления во всех странах уделяется серьезное внимание.

Все это объясняет большой интерес, проявляемый к вопросам ракетной техники самыми широкими читательскими кругами.

К сожалению, имеется очень мало хорошей литературы по ракетной технике, которой мог бы пользоваться начинающий инженер и которую можно было бы рекомендовать даже человеку, не имеющему специального технического образования.

Настоящая книга известного английского специалиста в области ракетных двигателей и ракет Дж. Хэмфриса в известной мере восполняет этот пробел. В ней рассматриваются ракетные двигатели и управляемые реактивные снаряды, причем основное внимание уделяется принципам устройства ракетных двигателей. Автор, используя большой иллюстративный материал, последовательно излагает развитие ракетных двигателей от самых простых до более совершенных, созданных в период второй мировой войны и сразу же после нее.

Начинается книга с изложения истории развития ракетных двигателей, написанной на основе материала, оказавшегося в руках американцев и англичан после разгрома гитлеровской Германии. Большим недостатком этого раздела является полное игнорирование огромных заслуг советских ученых и инженеров в области разработки и создания первых ракетных двигателей. Отсутствует упоминание даже о трудах К. Э. Циолковского, которые легли в основу первых работ по ракетоплаванью почти всех ученых мира.

Автор начинает освещение устройства ракетных двигателей с описания пороховых реактивных двигателей. Следует отметить, что эта глава книги написана не самим автором и является наиболее слабой в книге, так как в сравнительно небольшом по объему разделе затронуты все основные вопросы, касающиеся твердых топлив и пороховых двигателей. Поэтому эту главу можно считать удовлетворительной лишь для очень поверхностного ознакомления с пороховыми реактивными двигателями. Для более же детального ознакомления с вопросами, касающимися протекающих в пороховом реактивном двигателе процессов, можно рекомендовать указываемую самим автором книгу Уимпресса «Внутренняя баллистика пороховых ракет», так как автор главы о пороховых двигателях во многом использовал материал из этой книги¹.

Остальная часть книги посвящена в основном рассмотрению жидкостных реактивных двигателей и различных областей их применения. Наиболее подробно разбирается вопрос об использовании ЖРД на управляемых снарядах, и в частности на ракетах дальнего действия.

В главах «Жидкие топлива» и «Испытание двигателей и жидких топлив» автором хорошо изложены основные вопросы, касающиеся выбора топлив для жидкостных реактивных двигателей как на современном этапе их развития, так и в перспективе.

¹ Уимпресс Р. Н., Внутренняя баллистика пороховых ракет, Издательство М., 1952.

Следует отметить, что Хэмфрис излишне много уделяет внимания установкам, работающим на перекиси водорода. По-видимому, это объясняется тем, что в его распоряжении был обширный материал о работе немцев над созданием «холодных» двигателей, работающих на перекиси водорода как на однокомпонентном топливе. Как известно, двигатели на перекиси водорода хотя и являются конструктивно одними из наиболее простых, но имеют очень малую удельную тягу. Этот фактор делает нецелесообразным применение даже ускорителей, работающих на перекиси водорода.

В настоящее время перекись водорода нашла свое применение в качестве основного топлива для парогазогенераторов у двигателей с турбонасосной системой подачи топлива. Так что попытки создания перекисных двигателей для реактивных снарядов можно считать характерным только для истории развития немецкой ракетной техники, а также английской и американской в тех областях, где они использовали достижения немцев во второй мировой войне.

При описании новых перспективных топлив автор очень мало уделяет внимания трудностям, которые возникают в связи с их применением в двигателях, а именно этим и объясняется то обстоятельство, что до сих пор не внедрены топлива с очень большой величиной удельной тяги, порядка 400 сек.

В разделе, где рассматривается рабочий процесс двигателя, автором изложена установившаяся современная точка зрения по этому вопросу. Надо отметить, что здесь уделяется недостаточное внимание головке двигателя как основному смесительному элементу, от которого во многом зависит полнота сгорания топлива в камере. Иллюстративный материал по конструктивному выполнению головок двигателей и схемам расположения на них центробежных или струйных форсунок следовало бы, на наш взгляд, увеличить. Автор слишком мало говорит о том влиянии, которое оказывает давление в камере на характер протекания рабочего процесса, и о возможности использовать это явление для улучшения рабочих характеристик двигателя.

Недостаточно уделено внимания характеристикам различных систем подачи. Поэтому не совсем ясно, какими соображениями руководствуются при выборе системы подачи для каждого конкретного случая. Правда, этот недостаток в другом разделе книги компенсируется очень интересным и нужным графиком, хорошо иллюстрирующим области применения различных ракетных двигателей с различными системами подачи.

Хорошо освещен раздел конструкции различных типов ракетных двигателей, но, к сожалению, излагаемый материал иллюстрируется на очень старых ракетных двигателях, которые в настоящее время не отражают действительного положения дел в этой области.

Являясь большим специалистом в области ракетных двигателей, Хэмфрис значительно слабее излагает вопросы, связанные с системами наведения и управления реактивными снарядами. Этот раздел книги, очевидно вследствие секретности ракетного оружия, дает лишь самое общее представление о существующих системах наведения и управления и иллюстрирован хорошо известными схемами управляемых реактивных снарядов и ракет дальнего действия, в большинстве своем устаревших образцов.

Очень полезным является раздел, где говорится о различных видах применения ракетных двигателей. В этом разделе приведены интересные графики, дающие правильное представление об областях применения тех или иных ракетных двигателей и об их преимуществах и недостатках по сравнению с воздушно-реактивными двигателями.

Вполне обоснованным является утверждение автора о необходимости применения ракетных двигателей на истребителях-перехватчиках. Этот вопрос в настоящий момент является очень важным, так как обеспечение требуемых скоростей перехвата, а главное больших высот возможно только при использовании жидкостных реактивных двигателей или в качестве ускорителей, или в качестве основных двигательных установок. Применение ЖРД в качестве основных двигателей на самолете влечет за собой значительные конструктивные изменения, что связано с необходимостью обеспечить надежный

многократный запуск и увеличить ресурс работы двигательной установки.

Актуальным нужно считать применение реактивных двигателей на тележках для натурных испытаний объектов на сверхзвуковых скоростях. Этот вопрос приобретает все более важное значение, так как натурные испытания объектов в аэродинамических трубах на сверхзвуковых скоростях в настоящее время доступны только для объектов очень небольшой величины. А при расчете траектории полета, особенно баллистических ракет дальнего действия, необходимо получение полных аэродинамических характеристик.

Известный интерес представляет последний раздел книги, в котором автор рассматривает возможность создания аппаратов для межпланетных полетов. Этот раздел в настоящее время является наиболее модным, о чем говорит и сам автор. Взгляды, высказанные автором по этому вопросу, отражают различные точки зрения на современное и перспективное состояние вопроса в этой области. Интересным является материал, характеризующий параметры ракет и искусственных спутников, обеспечивающих выполнение тех или иных задач.

Конечно, не всегда и не во всем можно согласиться с Хэмфрисом. В свете последних достижений ракетной техники представляется неправильным его категорическое утверждение о том, что никогда не удастся обеспечить для одноступенчатых ракет дальность полета более 400 миль (640 км). Он неправ также и в другом — что над составными ракетами вряд ли будут работать вследствие их очень большого начального веса, — это опровергается успешным запуском в Советском Союзе сверхдальней многоступенчатой баллистической ракеты.

Данные, приведенные автором, хотя и требуют проверки, но даже в таком виде дают представление о задачах, которые стоят перед инженерами, работающими в области ракетной техники, на ближайшие годы.

Большим достоинством книги является то, что автор, имея в своем распоряжении большой и интересный материал, очень доступно и в то же время полно осветил целый ряд проблем, стоящих сегодня перед ракетной техникой.

Автором собрана довольно полная библиография трудов общего характера и различных статей по январь 1957 года, касающихся различных вопросов ракетной техники. Знакомство с этими работами позволит нашему читателю получить представление о взглядах иностранных специалистов и об уровне развития этой области техники за рубежом.

Ю. Афанасьев.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Эта книга в основном предназначена для инженеров, которые не занимались специально вопросами ракетной техники и хотели бы получить общее представление о ракетных двигателях и их применении, главным образом для управляемых снарядов.

Особое внимание уделено общим проблемам. Надо сказать, что книга не является чем-то вроде справочника по ракетным двигателям и управляемым снарядам всех стран мира. Отдельные положения иллюстрируются на конкретных примерах, но из-за недостатка информации о новых послевоенных ракетных двигателях и управляемых снарядах часто приходится прибегать к известным немецким материалам.

Различные математические расчеты, относящиеся к ракетным двигателям, не приводятся в данной книге, так как этот вопрос хорошо освещен в другом месте (см. Sutton, Rocket Propulsion Elements); поэтому мы надеемся, что эта книга будет интересна даже и для неинженеров. Она была бы также полезна для тех, кто только начинает работать в этой области техники.

Важной частью настоящей книги является библиография. Нередко она или очень плохо составляется, или совершенно отсутствует. Следует отметить, что несведущему человеку довольно трудно подобрать необходимый материал по тому или иному вопросу ракетной техники; по этой причине нами был составлен обширный, но, конечно, ни в коем случае не исчерпывающий список литературы по сентябрь 1955 года, когда рукопись была сдана в набор. Библиографический материал расположен по главам, причем на книги никаких особых ссылок

в тексте не делается. При необходимости сослаться на статью или доклад, носящие, как правило, более специальный характер, в тексте указывается номер, под которым данный источник значится в списке литературы.

При подготовке книги ко второму изданию в текст были внесены незначительные изменения, а список литературы доведен до января 1957 года.

Дж. Хэмфрис.

Глава I

ВВЕДЕНИЕ И ИСТОРИЯ

Введение

Во время второй мировой войны появился управляемый снаряд — оружие, произведшее переворот в военной технике. Однако двигатель большинства управляемых снарядов — мы имеем в виду ракету — был создан еще более семи столетий тому назад; таким образом, это самая старая тепловая машина. Сейчас ракетные двигатели не только широко используются в качестве двигательных установок управляемых снарядов, они применяются также и в качестве авиационных двигателей, стартовых ускорителей и двигателей для торпед; с их помощью можно даже рыть в мерзлой земле ямы под столбы. Самая большая высота, на которую когда-либо поднимался построенный человеком летательный аппарат (244 мили) была достигнута двухступенчатой ракетой¹.

Ракетный двигатель — прекрасная машина, используемая там, где требуется максимальная мощность при минимальном весе. Для удовлетворения таких противоречивых требований должны употребляться топлива, которые обладают такими «неприятными» свойствами, как температура горения 4000°C , чрезвычайно высокие скорости истечения и т. д. Поэтому ракетный двигатель часто работает «на пределе», с очень небольшим запасом прочности.

О мощности ракетного двигателя можно судить по следующим данным: двигатель ракеты А-4 (Фау-2) развивал мощность в 600 000 л. с. при общем весе двига-

¹ Автор имеет в виду запуск в США ракеты «Бампер ВАК» 24 февраля 1949 года. Но этот рекорд был значительно перекрыт при запуске советских искусственных спутников Земли. — *Прим. ред.*

тельной установки менее тонны. Для получения этих характеристик вес установки должен быть снижен до минимума, и нужно проявить много изобретательности, чтобы обеспечить в таких условиях надежную работу двигателя. При конструировании других частей реактивного снаряда также возникает много проблем, так как необходимо добиться очень высоких летных данных при небольшом весе снаряда. Надо сказать, что для инженера — не специалиста в области ракетной техники во всем этом нелегко разобраться. Эта книга является попыткой показать с практической, инженерной точки зрения настоящее и будущее ракетного двигателя и его применение, уделяя при этом основное внимание управляемым снарядам. Даже современный ракетный двигатель, работающий на жидком топливе, производит большое впечатление, хотя не надо забывать, что он еще находится, так сказать, в «младенческом возрасте». Профессор Вернер фон Браун, руководивший во время войны производством ракет А-4, сказал, что двигатели будущего настолько же будут отличаться от двигателя этой ракеты, насколько современный бомбардировщик или большой пассажирский самолет отличаются от самолетов периода первой мировой войны.

Ракетный двигатель является реактивным двигателем, то есть тяга образуется в результате реакции, создаваемой струей истекающих газов. Основные виды реактивных двигателей показаны на фиг. 1. Наиболее широко применяемым из них является турбореактивный двигатель *а*, в котором входящий воздух сжимается специальным компрессором. Часть этого воздуха затем перемешивается с горючим, и полученная смесь сгорает. Продукты сгорания, обладающие высокой температурой, перемешиваются с остатками холодного воздуха и поступают на лопатки турбины. Вращаясь, турбина в свою очередь приводит в движение компрессор. Горячие газы, вытекающие с большой скоростью из сопла, создают тягу.

Прямоточный реактивный двигатель *б* гораздо проще по своему устройству и использует возможность поджатия воздуха за счет скоростного напора, набегающего на двигатель. Это исключает необходимость применения