

Королев Дмитрий Васильевич

**Карбюрация авиационных
двигателей**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Д53

Д53 **Дмитрий Васильевич К.**
Карбюрация авиационных двигателей / Королев Дмитрий Васильевич – М.:
Книга по Требованию, 2023. – 124 с.

ISBN 978-5-519-90402-5

ISBN 978-5-519-90402-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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

Безопасность в противопожарном отношении. Для предотвращения возможности пожара, особенно при обратных вспышках в карбюратор, необходимо обеспечить плотность всех соединений, бензинопроводов, фильтров и герметичность поплавковых камер. При стоянке самолета на земле горячее не должно вытекать из жиклеров вследствие изменения уровня в поплавковой камере.

Во всасывающих воздушных патрубках необходимо иметь сетки, предохраняющие от выбрасывания наружу пламени при обратных вспышках.

Простота конструкции. Конструкция карбюратора должна быть максимально простой в эксплуатации, иметь простое и надежное управление дросселями, корректором, удобный подход к жиклерам, фильтрам, поплавковой камере. Кроме того, в конструкции должны быть учтены особенности работы карбюратора на самолете (вибражи, фигуры, полет на спяне и т. п.).

Вес и габарит. Так как вес для самолета имеет решающее значение, то все агрегаты, стоящие на моторе, должны иметь минимальный вес. Поэтому карбюратор также должен обладать минимальным весом. Для современного авиадвигателя мощностью до 1000 л. с. вес карбюратора не должен превышать 10 кг. По своим габаритам карбюратор должен быть компактным, занимая возможно меньше места.

ГЛАВА I

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ГОРЮЧИХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАРБЮРАТОРНЫХ АВИАЦИОННЫХ МОТОРАХ

1. Природа горючих

Основными видами жидких горючих, применяемых в настоящее время в двигателях внутреннего сгорания, являются горючие, которые по своему происхождению можно разбить на три группы:

- а) горючее нефтяного происхождения;
- б) горючее коксобензольное;
- в) горючее растительного происхождения.

Горючее нефтяного происхождения. Основным видом авиационного горючего являются различные сорта бензинов.

Бензин прямойгонки. Представляет собой наиболее легкую фракцию, получаемую при нагревании нефти до температуры около 200°C . Бензин прямойгонки кипит в пределах $45\text{—}200^{\circ}\text{C}$. Этот бензин по своему составу является неоднородным продуктом и состоит в свою очередь из отдельных фракций, кипящих при различных температурах и имеющих различный химический состав.

Бензины прямойгонки, идущие для авиации, подвергают вторичной перегонке для того, чтобы получить бензин, имеющий конец кипения не выше $130\text{—}175^{\circ}\text{C}$ (согласно существующим техническим условиям на поставку). Методом прямойгонки добывают из нефти от 1% до 22% бензина.

Газовый бензин. Получают из нефтяного газа, выходящего вместе с нефтью, а иногда отдельно, из земли. Путем ожижения газов получают до 40% газового бензина. Газовый бензин является очень легко испаряющимся горючим, и поэтому он в чистом виде обычно не применяется, а идет главным образом на сдобривание тяжелых сортов бензинов для улучшения их пусковых свойств.

Газовый бензин имеет большое значение для северных районов Союза. В эксплуатации газовый бензин имеет ряд недостатков, очень труден в хранении, легко испаряется, вследствие чего имеет большие потери и очень огнеопасен.

Керосин-газойль. При дальнейшей перегонке нефти получают продукты для тракторных моторов и авиационных автодизелей. Фракции нефти, выкипающие в пределах от 200 до 300°C , дают продукт, называемый керосином.

Газойлем называется продукт, выкипающий при температуре 250—350°С и являющийся основным видом горючего для авто- или авиадвигателей.

Крекинг-бензин. После прямой перегонки нефти обычно остается большое количество тяжелых продуктов в виде мазута, гудрона и пр., всего до 75—80%. Слишком незначительный процент отхода бензина, не выше 22%, заставил искать методов получения бензина из указанных остатков прямой гонки. Такой метод был найден в виде процесса, называемого **крекингом**.

Процесс крекинга состоит в разложении тяжелых остатков нефти на более легкие путем нагревания их до температуры около 500°С. Полученные легкие вещества подвергаются дальнейшей очистке различными способами для удаления смолистых частей.

Путем процесса крекинга можно получить до 70% бензина. Крекинг-бензин по своим свойствам сильно отличается от бензинов прямой гонки и применяется главным образом в виде смеси с другими горючими.

Конкобензолные горючие. Являются продуктом сухой перегонки каменного угля при коксовании. Выделяющиеся газы из коксовых печей поглощаются специальными маслами, и при дальнейшей обработке получается жидкий продукт в виде сырого бензола. Сырой бензол представляет собой смесь ароматических углеводородов: бензола, толуола, ксилола и др.

Для получения моторного горючего сырой бензол подвергается дальнейшей обработке для отделения вредных примесей, главным образом сероуглеродной фракции, чтобы получить фракции, имеющие начало кипения не выше 80°С и конец кипения не выше 160°С. Кроме того авиационные бензолы должны иметь температуру замерзания не выше 25—28°С ниже нуля. В чистом виде бензол как моторное горючее не применяется и идет в смеси с бензинами.

Спирты. Спирты являются продуктом разложения и брожения различных растительных веществ. Наиболее пригодным спиртовым горючим для автомобильных и авиационных моторов является этиловый спирт в виде 95% ректификата.

Как самостоятельное горючее спирт широкого применения не имеет, а применяется исключительно в смеси с бензином и бензолом.

2. Классификация и краткая характеристика авиационных горючих

Бензины. Для авиационных моторов идут исключительно легкие сорта бензинов с достаточным количеством легко кипящих фракций, с началом кипения не выше 50—55°С и концом кипения не выше 175°С. Для получения пусковых свойств бензинов к ним иногда добавляется газовый бензин в количестве около 10%, причем последнее особенно важно при эксплуатации в зимнее время.

Из имеющихся в промышленности бензинов преимущество принадлежит бензинам прямой гонки, обладающим следующими качествами: простота производства, большая стабильность, удобство в хранении, высокая теплотворная способность, наличие легко кипящих фракций, обеспечивающих легкий запуск и приемистость мотора, незначительное количество нагара при сгорании.

Развитие современных авиамоторов с высокими степенями сжатия, доходящими до 10, ограничивает возможность применения бензина в чистом виде, так как уже при степенях сжатия выше 5,0—6,0 сгорание происходит с явлением детонации горючего, вредно влияющей на прочность деталей мотора. В отношении стойкости к детонации бензины могут значительно отличаться друг от друга в зависимости от своего химического состава; так например, бакинские бензины значительно устойчивее грозненских.

Основными видами бензинов, применяемых у нас, можно считать:

грозненский авиабензин удельного веса	0,710—0,720
бакинский бензин II сорта	0,745—0,750
краснодарский авиабензин	0,695—0,700

Бензино-бензольные смеси. При степенях сжатия выше 6,0 применяют бензино-бензольные смеси в различных соотношениях. Бензол является недетонирующим горючим и при смешивании с бензином значительно улучшает его антидетонирующие свойства. В чистом виде бензол не применяют, благодаря отсутствию в нем пусковых фракций и благодаря его высокой температуре замерзания. Химически чистый бензол замерзает при $+5^{\circ}$, а авиабензол при -28° C.

Наиболее применяемыми бензольными смесями у нас являются следующие:

75% авиабензола + 25% грозненского бензина, удельный вес	0,815—0,830
65% авиабензола + 35% бакинского бензина II сорта, уд.	0,820—0,830
35% авиабензола + 65% грозненского бензина, удельный	0,750—0,760

Указанные удельные веса даны при температуре $+15^{\circ}$ C.

В смеси бензина с бензолом последнего должно быть не менее 20%.

Чем больше содержание бензола в смеси, тем ниже начало замерзания. На рис. 1 дано изменение температуры замерзания смеси авиабензола с грозненским бензином в зависимости от процента содержания бензола. Как видно из кривой, 50%-ная смесь замерзает уже при -45° C. Под началом замерзания понимают момент появления кристаллов бензола в смеси. Пусковые свойства бензино-бензольных смесей значительно хуже, чем у бензинов, и тем хуже, чем больше процент содержания в смеси бензола.

Спиртовые смеси. Одним из главных соображений применения спирта в виде моторного горючего являются его высокие антидетонирующие свойства. Для этой цели применяется главным образом этиловый спирт. Основным недостатком спирта является расслаивание его в смесях с бензинами, поэтому для стабильности (устойчивости) приходится прибегать к специальным стабилизаторам или же добавлять к смеси спирта с бензином бензол, так как тройные смеси расслаиваются при достаточно низкой температуре.

На основании целого ряда испытаний было найдено, что наилучшей спиртовой смесью с точки зрения удовлетворительной работы мотора является смесь: 95% спирта-ректификата, бензола и бензина в количестве по $\frac{1}{8}$ весовых частей.

Другим недостатком спирта является его низкая теплотворная способность, равная 6000 кал., вследствие чего для получения той же мощности мотора необходимо увеличение расхода горючего. Кроме того, благодаря очень высокой скрытой теплоте

испарения спирта, он при своем испарении отнимает много тепла от воздуха, входящего в карбюратор, почему возможно образование намерзания в карбюраторе даже в летнее время. Поэтому при применении спиртовых смесей обязательно необходимо подогрев входящего в карбюратор воздуха, причем было найдено, что для тройных смесей, состоящих из $\frac{1}{3}$ каждого компонента, температура входящего воздуха должна быть не ниже $+25, +35^{\circ}\text{C}$.

Одним из недостатков спиртовых смесей является их гигроскопичность, т. е. склонность к поглощению влаги, что неудобно при длительных хранениях смеси.

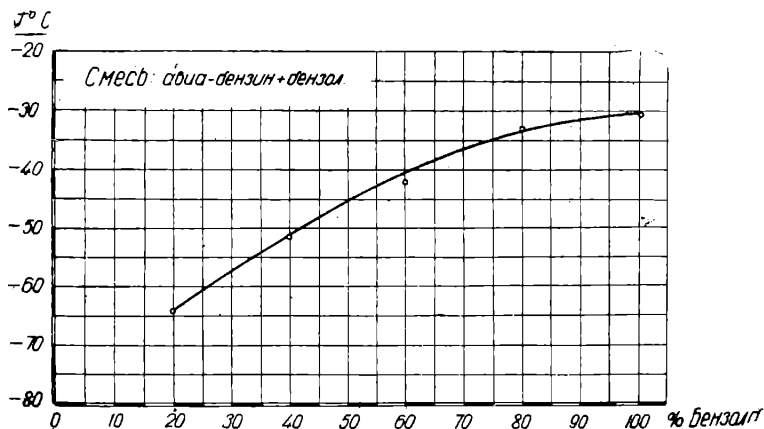


Рис. 1. Изменение температуры замерзания смеси грозненский бензин с авиабензолом в зависимости от процента содержания бензола.

Недетонирующие смеси. Применение бензола в качестве недетонирующего горючего ограничено целым рядом отрицательных свойств его, особенно при высоких степенях сжатия, когда приходится добавлять его к бензину в больших количествах.

Поэтому пришлось искать возможности получения недетонирующего горючего без применения бензола. Такие смеси были получены при помощи добавления к бензину специальных сильно антидетонирующих веществ, называемых антидетонаторами. Добавляя к бензину в очень небольших количествах антидетонаторы, можно получить очень стойкое горючее, не изменяя этим основных его свойств. Одним из наиболее распространенных антидетонаторов является так называемая свинцовая жидкость, в состав которой входит тетраэтиловый свинец. Свинцовая жидкость является одним из самых сильных антидетонаторов, и добавление ее в количестве нескольких куб. сантиметров на 1 кг горючего дает возможность работать на безвинии при степенях сжатия 6—7.

Кроме того, имеется еще целый ряд антидетонаторов в виде анилина, пентакарбонид железа, карбонида никеля, иодистого этила, но широкого применения ни один из них не получил.

3. Химический состав горючих

По своему химическому составу бензин и бензол относятся к горючим, состоящим из смеси различных углеводородов. В спиртовых горючих кроме углерода находится в соединении кислород. В горючих также имеются в небольших количествах сернистые соединения. Химический состав горючих как по количественному содержанию, так и по строению углеводородов является неоднородным, и его делят на три группы или ряда:

парафины, формула $C_n H_{2n+2}$

нафтены, формула $C_n H_{2n}$

ароматики, формула $C_n H_{2n-6}$, где С—углерод, H_2 —водород, n—число углеродных атомов.

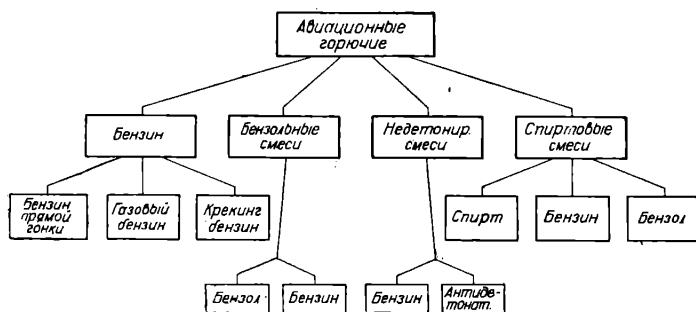


Рис. 2. Схема авиационных горючих.

Различное процентное содержание углеводородов того или иного ряда характеризует горючее главным образом в отношении склонности его к детонации.

Горючие с большим содержанием углеводородов парафинового ряда наиболее склонны к детонации, так как парафины при высоких температурах дают нестойкие соединения, которые при воспламенении сгорают с большими скоростями в виде взрыва. К горючим парафинового ряда принадлежат грозненские бензины.

Горючие с большим содержанием нафтенов менее склонны к детонации, так как нафтены более стойки при высоких температурах, чем парафины. К таким горючим принадлежат бакинские бензины, которые в отношении детонации значительно лучше грозненских.

Ароматики являются одними из наиболее стойких углеводородов, так как они обладают высокой термической устойчивостью при высоких температурах, вследствие чего имеют очень высокие антидетонационные свойства. К горючим с большим содержанием ароматиков принадлежит авиабензол, содержащий до 96% ароматиков. Кроме того, большим содержанием ароматиков (до 33%) обладают наши уральские бензины, но они также содержат большое количество сернистых соединений, которые вредно влияют на металлические части, так как вызывают коррозию.

В таб. 1 приведены основные данные о химическом составе горючих, наиболее часто встречающихся в эксплуатации.

Таблица 1

Наименование горючих	Удельный вес при 15° С	Состав горючих в %			Фракционный состав			Примечание
		Парафины $C_{nH_{2n+2}}$	Нафты $C_{nH_{2n}}$	Ароматики $C_{nH_{2n-6}}$	Начало кипения t° С	Выкипания фракция до 100° в %	Конец кипения t° С	
1. Грозненский авиабензин	0,710	68—70	24—25	4—5	50°	66	130°	
2. Грозненский автобензин I сорта . .	0,726	57—65	29—35	6—8	45°	45	180°	
3. Краснодарский авиабензин	0,698	59	33	8	39°	95	110°	
4. Бакинский бензин II сорта экспортный	0,753	30,4	56	13	60°	30	183°	
5. Бензол авиационный ¹	0,870	нет	нет	99	84°	56	155°	

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

1. Как различают горючее по происхождению?
2. Какие горючие нефтяного происхождения применяют для авиационных моторов?
3. Что такое бензин прямой гонки?
4. Что называется фракцией?
5. Откуда получают газовый бензин?
6. Применяют ли газовый бензин и где?
7. Откуда получают керосин?
8. Как добывают крекинг-бензин?
9. В чем состоит процесс крекинга?
10. Применяют ли крекинг-бензины в чистом виде и в чем их преимущества?
11. Из чего добывают бензол?
12. В чем преимущества применения спиртовых смесей в качестве топлива для авиадвигателя?
13. Для чего применяют бензино-бензольные смеси?
14. Какие недостатки бензольных смесей?
15. Какие невыгоднейшие спиртовые смеси?
16. Какие недостатки спиртовых смесей в качестве топлива для авиадвигателя?
17. Что такое недетонирующие смеси и из чего они состоят?
18. Что такое антидетонаторы?
19. Из каких углеводородов состоит горючее?

¹ По исследованию в НАМИ авиабензол состоит из:

собственно бензола	50—55%
„ толуола	32—35%
„ ксилола	12—14%
„ сольвента	1—3%

20. Как изменяются свойства горючего в зависимости от содержания углеводов того или иного ряда?

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПОСОБИЯ

Яковлев Н. М. „Топливо для авиационных двигателей“, изд. ВВА.
Комский М. С. „Основные сведения по авиатопливам“, изд. ВВА.

Г Л А В А II

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ВОЗДУХОМ И ГОРЮЧИМ

1. Коэффициент избытка воздуха

Для полного сгорания какого-либо горючего в зависимости от его химического состава необходимо определенное количество воздуха. Количество воздуха, необходимое для полного сгорания 1 кг горючего, называется теоретически необходимым количеством воздуха.

В таблице 2 приведено теоретически необходимое количество воздуха для различных горючих.

Таблица 2

Бензин	14,7—15,1 кг на 1 кг горючего
Бензол	13,2 „ „ „
Спирт 95% (ректиф- кат)	8,4 „ „ „

Только при таком соотношении горючего с воздухом произойдет полное сгорание. В действительности это требование не всегда бывает выгодно, и практически сгорание может произойти при отклонениях от теоретически необходимого количества в ту или иную сторону.

Величиной, характеризующей эти отклонения состава смеси, является так называемый коэффициент избытка воздуха, обозначаемый буквой α (альфа).

Если обозначить через L_m теоретическое количество воздуха, L_g действительное количество, при котором произошло сгорание, то тогда α определится из следующего соотношения:

$$\alpha = \frac{L_g}{L_m} \quad (1).$$

Таким образом, коэффициент избытка воздуха есть отношение действительного количества воздуха, приходящегося на 1 кг горючего в данной смеси, к теоретически необходимому.

Рассмотрим случаи различных значений α .

Смесь теоретического состава. $\alpha=1$. Если в горючей смеси действительное количество воздуха, приходящегося на 1 кг горючего, равно теоретически необходимому, то при этом смесь будет *теоретического состава*, и сгорание будет полным.

Отношение $\frac{L_g}{L_m} = 1$.

Богатая смесь. $\alpha < 1$ (α меньше единицы). Если в горючей смеси действительное количество воздуха, приходящегося на 1 кг горючего, меньше теоретически необходимого, то при этом смесь будет богата избытком горючего, и сгорание будет неполным.

Бедная смесь. $\alpha > 1$ (α больше единицы). Если в горючей смеси действительное количество воздуха, приходящегося на 1 кг горючего, больше теоретически необходимого, то при этом смесь будет бедна горючим, и сгорание будет полным.

В авиационных моторах α колеблется в пределах от 0,8 до 1,15.

Примеры: 1. Определить состав смеси α при сгорании бензина, если действительное количество воздуха было $L_g = 12$ кг, для бензина $L_m = 15$ кг.

Решение. $\alpha = \frac{L_g}{L_m} = \frac{12}{15} = 0,8$ (смесь богатая).

2. Какое было действительное количество воздуха при сгорании бензола, если $\alpha = 1,1$ и теоретически необходимое количество воздуха для бензола $L_m = 13,2$ кг.

Решение. $\alpha = \frac{L_g}{L_m}$, откуда $L_g = \alpha \cdot L_m = 1,1 \cdot 13,2 = 14,6$.

2. Пределы воспламенения горючей смеси

Для быстрого воспламенения и лучшего сгорания в цилиндре всякая горючая смесь должна обладать определенными свойствами. Смесь паров горючего с воздухом может воспламеняться лишь при определенных соотношениях, причем различают два предела воспламеняемости: высший и низший.

Высший предел соответствует такому составу горючей смеси, когда она при дальнейшем обогащении ее горючим не будет воспламеняться, а низший предел соответствует такому составу смеси, при котором дальнейшее обеднение ее горючим также сделает смесь невоспламеняемой. В табл. 3 приведены данные о воспламеняемости рабочих смесей для различных горючих, определенных как процентное содержание по объему горючего в смеси, и коэффициент избытка воздуха.

Предел воспламеняемости рабочих смесей

Таблица 3

Род горючего	Высший предел		Низший предел	
	Коэффициент избытка воздуха α	Содержание горючего в смеси в процентах по объему	Коэффициент избытка воздуха α	Содержание горючего в смеси в процентах по объему
Бензин	0,3	5,9	1,23	1,5
Бензол	0,4	6,5	1,02	2,65
Спирт	0,44	13,7	1,7	3,95

Как видно из таблицы, воспламеняемость рабочей смеси лежит в довольно узких пределах, и карбюратор должен обеспечивать состав смеси, не выходящей из этих пределов. Кроме того, целый ряд других требований сужает эти пределы, и в действительности для бензина на авиационном моторе они лежат от $\alpha = 0,8$ до 1,15.

Влияние остаточных газов сказывается в сторону сближения пределов воспламенения смеси, и при содержании их до 20% смесь может не воспламениться.

3. Влияние состава смеси на скорость сгорания

В действительном цикле двигателя сгорание рабочей смеси происходит не мгновенно, а в течение некоторого отрезка времени, определяемого в сотых долях секунды. Для авиадвигателей время сгорания определяется величиной порядка 1/200 сек. Под скоростью сгорания, приводимой в курсах двигателей, принимают отношение пути, проходимого пламенем от свечи до наиболее удаленной точки, к времени, в течение которого оно дошло до этой точки. Скорость сгорания рабочей смеси в двигателе бывает около 30 м/сек. Скорость сгорания зависит главным образом от состава смеси, так как он определяет собой ее воспламенение и дальнейшее сгорание.

На рис. 3 даны кривые зависимости скорости сгорания от различного состава смеси, полученные опытным путем. По горизонтальной оси отложены значения состава смеси, а по вертикальной — скорости сгорания. Из кривых видно, что максимальная скорость сгорания как для бензновой, так и для спиртовой смеси соответствует составу $\alpha = 0,9$, т. е. при обогащении на 10%. При дальнейшем обогащении или обеднении смеси скорость сгорания начинает падать и, когда состав смеси подойдет к своему верхнему или нижнему пределу, скорость сгорания будет равна нулю и воспламенения не произойдет.

Последнее обстоятельство необходимо учитывать при заливке моторов перед запуском, так как чрезмерно богатая заливка не даст вспышки вследствие очень богатого состава смеси, особенно в жаркое время, когда за счет высокой температуры испарится большое количество горючего.

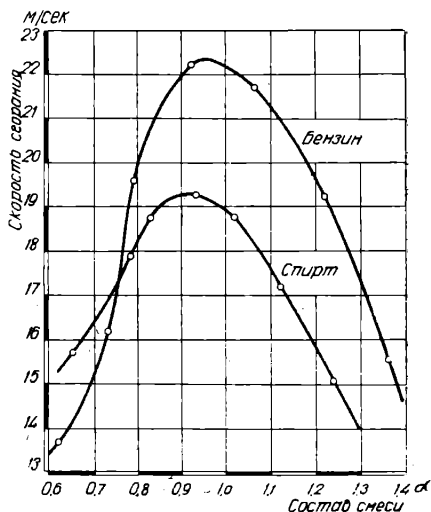


Рис. 3. Скорости сгорания в зависимости от состава смеси.

4. Влияние состава смеси на мощность и экономичность двигателя

В зависимости от различного состава горючей смеси, между мощностью двигателя и расходом горючего имеется определенная связь. Целый ряд опытов показывает, что максимальная мощность двигателя, при полном открытии дроссели, развивается при составе смеси $\alpha = 0,85—0,90$, т. е. на богатой смеси при недо-