



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

13

(21) 3644769/25-06

(22) 22.09.83

(46) 30.10.85. Бюл. № 40

(71) Научно-исследовательский и экспериментальный институт автомобильного электрооборудования и автоприборов и Московский автомеханический институт

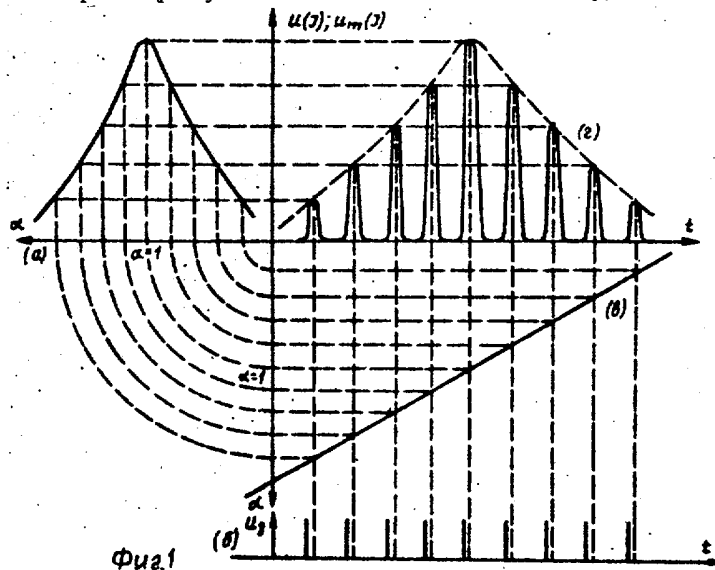
(72) Э.Х.Черняев, Л.М.Регельсон, И.Я.Райков, Г.П.Покровский и Ю.В.Паномкин

(53) 621.43(088.8)

(56) Патент Англии № 1566559, кл. G 1 N, опубл. 1980.

(54)(57) СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ТОПЛИВО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ путем измерения амплитуды тока ионизации рабочего тела и подачи управляющего сигнала системы двигателя на орган регули-

рования состава топливо-воздушной смеси, отличающийся тем, что, с целью повышения точности поддержания стехиометрического состава топливо-воздушной смеси, требуемого для работы трехкомпонентного каталитического нейтрализатора, измеряют амплитуду тока ионизации рабочего тела в цилиндре за предыдущий и последующий циклы, сравнивают полученные значения и по знаку их разности задают направление перемещения исполнительного элемента органа регулирования состава топливо-воздушной смеси, причем операции измерения и сравнения повторяют, и при изменении знака разности значений амплитуд тока ионизации изменяют направление перемещения исполнительного элемента органа регулирования до получения нулевой разности значений амплитуд тока ионизации.



Изобретение относится к двигателестроению, и в частности, к автоматическому регулированию двигателей с искровым, в том числе с форкамерно-факельным зажиганием, и касается способа стабилизации стехиометрического состава топливо-воздушной смеси в двигателе.

На фиг. 1 показаны амплитудная характеристика тока ионизации $I_m \alpha$ (график а), импульсы напряжения зажигания U_z (график б), изменение коэффициента избытка воздуха α во времени (график в) и импульсы напряжения $U(I)$, пропорционального току ионизации (график г); на фиг. 2 - процесс обострения огибающей импульсов напряжения, пропорционального току ионизации $U(I)$ (график а) и результат этого обострения (график б); на фиг. 3 - функциональная схема устройства для осуществления способа стабилизации стехиометрического состава; на фиг. 4 схематически показан орган регулирования подачи дополнительного воздуха; на фиг. 5 - примерная функциональная схема системы поиска зоны регулирования и максимальной амплитуды, системы поддержания максимальной амплитуды и формирования сигнала управления; на фиг. 6 - график работы системы поиска; на фиг. 7 - график работы системы поддержания максимальной амплитуды.

Способ осуществляется следующим образом. При составе топливо-воздушной смеси, находящемся в области, близкой к стехиометрическому составу, после каждого импульса напряжения зажигания, вызывающего воспламенение рабочего тела в цилиндре, появляется импульс тока ионизации рабочего тела, амплитуду которого измеряют датчиком тока ионизации. При регулировании состава смеси в этих условиях изменяют амплитуду импульса тока ионизации путем подачи управляющего сигнала системы двигателя на орган регулирования, например подачи дополнительного воздуха. Амплитуда достигает максимального значения, когда состав смеси становится точно равным стехиометрическому, т.е. $\alpha = 1$ (α - коэффициент избытка воздуха). Поэтому амплитудная характеристика тока ионизации имеет при $\alpha = 1$ максимум.

Для стабилизации стехиометрического состава топливо-воздушной смеси так регулируют ее состав, что обеспечивают работу системы двигателя на максимуме амплитудной характеристики $I_m(\alpha)$ тока ионизации. Для этого задают направление перемещения исполнительному элементу органа регулирования топливо-воздушной смеси, измеряют амплитуды тока ионизации за предыдущий и последующий циклы, сравнивают эти полученные значения, причем операции измерения и сравнения повторяют и при положительном знаке разности между последующим и предыдущим значениями сохраняют направления перемещения исполнительного элемента органа регулирования, а при отрицательном знаке изменяют направление перемещения исполнительного элемента органа регулирования топливо-подачи, причем операции измерения и сравнения повторяют до получения нулевой разности значений амплитуд тока ионизации, что будет свидетельствовать о достижении стабилизации стехиометрического состава топливо-воздушной смеси, поступающей в цилиндры ДВС.

Получение нулевой разности характеризует также достижение системой максимума амплитудной характеристики, дальнейшее перемещение исполнительного элемента органа регулирования в прежнем направлении обуславливает получение отрицательного знака разности амплитуд, повторное изменение направления перемещения исполнительного элемента органа регулирования и т.д.

Следовательно, из положительной разности формируется сигнал на перемещение исполнительного элемента органа регулирования, а из отрицательной разности формируется сигнал на изменение направления этого перемещения. Причем, в совокупности эти сигналы обеспечивают продвижение системы в сторону максимума амплитудной характеристики, т.е. осуществляется стабилизация стехиометрического состава топливо-воздушной смеси.

Чем резче выражен максимум огибающей амплитуды импульсов (штриховая линия на графике г фиг. 1), тем точнее осуществляется регулирование, т.е. тем точнее поддерживается стехиометрический состав смеси.

Для обострения максимума огибающей, что равноценно обострению максимума амплитудной характеристики (см. график а, фиг. 1) необходимо усилить импульсы $U(I)$ и ограничить их снизу (см. график а, фиг. 2). При усилении импульсов огибающая А преобразуется в огибающую Б, а при ограничении снизу последняя преобразуется в огибающую С (см. график б). Ограничение снизу необходимо в связи с тем, что величина максимально допустимой амплитуды всегда ограничена параметрами схемы.

Функциональная схема устройства, обеспечивающая реализацию способа стабилизации стехиометрического состава топливо-воздушной смеси (см. фиг. 3), содержит двигатель 1 внутреннего сгорания, датчик 2 напряжения зажигания, датчик 3 тока ионизации, систему 4 поиска зоны регулирования и максимальной амплитуды тока ионизации, систему 5 поддержания максимальной амплитуды тока ионизации, в которой имеется схема 6 обострения амплитудной характеристики (процесс обострения см. фиг. 2) тока ионизации, схема 7 формирования приращения амплитуд напряжения, пропорционального току ионизации, и схема переключения цепей управления, представляющая собой триггер 8 узкого строга, схему 9 формирования сигнала управления, в которой имеется цепь 10 обеднения и цепь 11 обогащения смеси, и орган регулирования 12.

Орган 12 регулирования может быть выполнен в виде клапана-дозатора (см. фиг. 4), регулирующего подачу дополнительного воздуха во всасывающий коллектор карбюраторного двигателя внутреннего сгорания, и содержит электромагнитные клапаны (ЭМК) 13 и 14, диафрагму 15, пружину 16, камеру 17 дозатора и золотник 18.

Система 4 поиска (см. фиг. 5) содержит мультивибратор 19 поиска зоны регулирования, одновибратор 20, схему 21 формирования разности амплитуд, схему 22 запрета и разрешения поиска зоны регулирования, схему 23 запрета и разрешения прохождения импульсов зажигания, схему 24 запрета и разрешения прохождения импульсов разности амплитуд, триггер 25 широкого строга, инвертор 26 импульсов запрета, инвертор 27.

В состав системы 5 поддержания максимальной амплитуды входит схема 6 обострения, схема 7 формирования разности амплитуд, триггер 8 узкого строга переключения цепей управления, схема 28 разрешения включения триггера 8 узкого строга, схема 29 запрета и схема 30 дифференцирования фронтов импульса узкого строга с раздельными входами.

Схема 9 формирования сигнала управления имеет стробируемый каскад 31 и усилитель 32 тока цепи 10 клапана 14, стробируемый каскад 33 и усилитель 34 тока цепи 11 клапана 13. Работа системы 4 и схемы 9 показана на фиг. 6, а работа системы 5 - на фиг. 7.

Работа устройства осуществляется следующим образом.

Во время действия сигнала управления в цепи 10 обеднения смеси клапан 14 обрывает доступ разрежению в системе питания двигателя в камеру 17, пружина 16 сжимается, и золотник 18 вместе с диафрагмой 15 передвигается, увеличивая доступ дополнительного атмосферного воздуха во всасывающий коллектор, обеспечивая обеднение смеси. Положение золотника 18 сохраняется до прихода следующего сигнала управления, а значит сохраняется и состав смеси при отсутствии других воздействий на систему питания.

При поступлении сигнала управления из цепи 11 обогащения клапан 13 на время действия сигнала пропускает в камеру 17 клапана дозатора атмосферное давление, оказывая на дозатор воздействие, противоположное описанному выше, т.е. обогащая смесь.

Сигналы управления имеют разный характер в зависимости от режимов работы. В процессе поиска зоны регулирования в качестве сигналов управления клапаном используются импульсы напряжения зажигания с датчика 2. После завершения поиска зоны регулирования появляются импульсы тока ионизации и сигнал управления формируется как разность между амплитудами этого тока за предыдущий и последующий рабочие циклы двигателя. Причем обеспечивают, чтобы разность между амплитудами последующего и предыдущего импульсов была положительной, т.е. чтобы амплитуда последующего импульса была бы больше

амплитуды предыдущего. Сигналы управления поступают на вход цепей управления схемы 9 формирования сигналов управления. Цепи 10 и 11 управления нормально заперты по входу и опираются стробирующими импульсами, причем эти импульсы поступают либо в одну, либо в другую цепь.

Ниже более подробно описана работа электронных схем, обеспечивающих подачу сигналов на цепи 10 и 11 управления обеднением и обогащением. При включенном устройстве постоянно работает симметричный мультивибратор 19 поиска, на выходе которого периодически чередуются положительные и отрицательные импульсы U_n . Пока система поиска не вошла в зону регулирования, ток ионизации отсутствует, никаких запретов нет, триггер 25 широкого строба беспрепятственно запускается фронтами импульса мультивибратора 19 (см. график д на фиг. 6) и повторяет его колебания (см. график ж, фиг. 6); вырабатывая напряжение $-U_{шс}$ импульса напряжения широкого строба. Если триггер оказывается вначале в положении, показанном на графике, то он подготавливает к открытию стробируемый каскад 31 цепи обеднения смеси поступающим на ее вход положительным напряжением. В это время (до момента t_1) схема 23 открыта и импульсы напряжения зажигания U_z , показанные на графике г фиг. 6, поступают в виде сигналов управления U_y , на вход каскада 31, открывая его и воздействуя через усилитель 32 на клапан 14. Благодаря этому коэффициент α избытка воздуха до момента t_1 возрастает под влиянием импульсов напряжения зажигания (см. графики в, г, з и к на фиг. 6).

Амплитуда возникающего тока ионизации в момент времени t_1 определяется проекцией точки А на графике в фиг. 6 на вертикальную ось α переносом полученного значения на горизонтальную ось (графика а), из которого восстанавливается перпендикуляр до пересечения его с зависимостью $U_m(I)$ от α в точке А', соответствующей некоторому значению А" на графике б (см. построение при помощи штриховых линий). Появление импульсов тока ионизации вызывает срабатывание одновибратора 20, который своим отрицательным импульсом $U_{об}$ (см. график

е, фиг. 6) запирает, во-первых, схему 23, чем предотвращает поступление на каскад 31 импульсов напряжения зажигания, и во-вторых, схему 22 предотвращая воздействие мультивибратора 19 на триггер 25.

Так как длительность импульса одновибратора выбирают такой, чтобы она во всех случаях была не меньше времени поиска максимальной амплитуды ионизации, то на это время, во-первых, предотвращается поступление на схему формирования сигнала управления импульсов напряжения зажигания, и, во-вторых, любые изменения полярности импульса мультивибратора 19 не приводят к переключению цепей управления. Последнее отмечено в момент t_2 , когда опрокидывание мультивибратора 19 не приводит к опрокидыванию триггера. На время действия импульса одновибратора 20, т.е. начиная с момента t_1 , поступает разрешение на схему 24 на прохождение разности (приращения) амплитуд импульса напряжения, пропорционального импульсу тока ионизации $U_m(I)$. Эта разность формируется так: замеряют амплитуду импульса, запоминают ее значение в виде опорного напряжения $U_{оп}$ до следующей амплитуды и сравнивают значение этой амплитуды с опорным напряжением $U_{оп}$ (см. график б, фиг. 6). На фиг. 6 принята идеализирующая посылка, согласно которой флюктуация состава смеси и тока ионизации отсутствуют. Ниже будет введена соответствующая поправка.

С момента t_1 сигнал управления формируют по разности амплитуд. Поступивший через схему 24 на вход каскада 31 в момент t_1 первый сигнал разности, преобразованный в сигнал управления (график з, фиг. 6), приведет к дальнейшему обеднению смеси, т.е. к изменению α в сторону стехиометрического значения. Поэтому последующие разности амплитуд будут положительными (график з, фиг. 6), коэффициент избытка воздуха α (графики в, к, фиг. 6) и амплитуды тока ионизации (график б, фиг. 6) продолжат возрастать.

В момент t_2 амплитуда тока ионизации достигает максимума, а значение α — единицы. С этого момента необходимо перейти к режиму поддержания

максимальной амплитуды, осуществляемому системой 5.

Если в момент включения системы импульс мультивибратора 19 и соответственно триггера 25 окажется отрицательным (момент t_4 , графики д, ж, фиг. 6), то он подготавливает к открытию стробируемый каскад 33 цепи обогащения смеси поступающим на его вход отрицательным напряжением.

С момента t_4 и до момента t_5 схема 23 открыта и импульсы напряжения зажигания, предварительно инвертируемые инвертором 27, поступают в виде отрицательных импульсов на вход каскада 33, открывая его и воздействуя через усилитель 34 на клапан 13. Благодаря этому коэффициент α с момента t_4 и до момента t_5 убывает под влиянием импульсов напряжения зажигания (графики в, г, и, к, фиг. 6). В момент t_5 амплитуда появляющегося напряжения, пропорционального току ионизации, соответствует точке В' на левой ветви зависимости $U_m(I)$ от α (график а, фиг. 6). С этого момента снова запускается одновибратор 20 и повторяются процессы, описанные выше, с той разницей, что открывается каскад 33 импульсами, полученными по разности амплитуд со схемы 24, но предварительно инвертируемыми инвертором 27.

Таким образом, в первом рассмотренном случае система обеспечивает поиск максимальной амплитуды, соответствующей $\alpha = 1$, путем обеднения, а во втором случае - путем обогащения смеси.

Работа системы 5 поддержания максимальной амплитуды (см. фиг. 5) иллюстрируется графиками на фиг. 7, причем зависимость а амплитуд напряжения, пропорционального току ионизации, от α построена в соответствующем масштабе с учетом обострения амплитудной характеристики (см. фиг. 2). Здесь также предполагается, что флуктуации состава смеси и амплитуды тока ионизации отсутствуют.

Для того, чтобы получить сигнал на переход от режима поиска зоны регулирования к режиму поддержания максимальной амплитуды, т.е. на переход системы поиска к системе поддержания максимальной амплитуды, используют балансную схему 28 разре-

шения включения триггера 8 узкого стро- ба. На один из входов схемы 28 поступает сигнал от датчика 3 тока ионизации, на другой из входов - сигнал от схемы 21 формирования разности амплитуд. До тех пор, пока на входы схемы 28 не поступает никаких сигналов или поступают как сигнал тока ионизации, так и сигнал разности амплитуд, напряжение на выходе схемы равно нулю. При исчезновении сигнала разности амплитуд, но при сохранении тока ионизации на выходе схемы 28 возникает напряжение, используемое как сигнал разрешения включения триггера 8 узкого стро- ба. Необходимо заметить, что при регулировании в процессе поддержания максимальной амплитуды разность амплитуд может быть и не равна нулю, поскольку при этом осуществляются некоторые изменения α . Однако зона регулирования при использовании обостренной характеристики довольно узкая и следует оговорить, что схема 28 не должна реагировать на получающиеся при этом небольшие разности амплитуд, поступающие со схемы 21.

При включении триггера 8 узкого стро- ба запираются схемы 22, 23, 24 сигналом, поступающим на эти схемы либо непосредственно с триггера 8, либо через инвертор 26, чем предотвращается поступление в схему формирования сигнала управления как сигналов с датчика 2, так и сигналов со схемы 21 формирования разности амплитуд, а также прекращается доступ на триггер 25 широкого стро- ба управляющего воздействия мультивибратора 19. Вместо этого на триггер 25 поступают сигналы с триггера 8, причем первый дублирует состояние второго.

Пусть работа системы поддержания максимальной амплитуды начинается с момента времени t_6 и состояние системы в этот момент соответствует точке В' на левой части зависимости $U_m(I)$ от α (график а, фиг. 7). Если триггер 8 и триггер 25 случайно в этот момент перебрасываются в требуемое состояние, то отрицательным напряжением стробируется каскад 33 цепи 11. В этом случае в указанный момент времени дифференцируется отрицательный фронт импульса узкого стро- ба триггера 8 (графики е

и ж, фиг. 7) и полученный в результате этого отрицательный импульс поступает на вход стробируемого каскада 33 в качестве сигнала управления U_y (график и, фиг. 7). Поэтому будет происходить обогащение смеси, т.е. убывание α (график в, фиг. 7) и возрастание амплитуды напряжения, пропорционального току ионизации. В связи с этим схема 7 формирования разности амплитуд будет вырабатывать разность положительного знака, инвертируемую инвертором 27 до тех пор, пока амплитуда импульса не достигнет в момент t_7 величины, весьма близкой к максимуму (точка Г на графике а, фиг. 7). В этом состоянии еще может возникнуть положительная разность амплитуд и система может в этот момент перейти в состояние, отмеченное на графике а точкой Д на правой ветви зависимости $U_m(I)$ от α вблизи $\alpha = 1$. В этом состоянии система могла бы находиться сколь угодно долго, например в момент t_8 и t_9 , поскольку разность амплитуд, а значит и величина сигнала управления равны нулю.

Однако любое стороннее возмущение выведет систему из этого состояния и она снова начнет регулировать состав смеси. Пусть, например, в момент времени t_{10} состав смеси внезапно изменился в сторону ее обогащения и соответствует точке Е' на графике а, фиг. 7. Амплитуда импульса при этом уменьшится, и схема 7 формирования разности вырабатает отрицательный импульс (график д, фиг. 7). Под влиянием этого импульса произойдет опрокидывание триггера 8 и триггера 25, вместо каскада 33 будет стробирован каскад 31 цепи обеднения смеси. Одновременно фронт импульса триггера 8 дифференцируется схемой 30 и положительный импульс, полученный в результате дифференцирования (график ж), поступает в качестве сигнала управления на вход каскада 31 (график з), обедняя смесь. Поэтому амплитуда следующего импульса напряжения, пропорционального току ионизации, будет больше предыдущей, и схема 7 вырабатает положительный сигнал. Далее будут повторяться те же процессы, что и при обогащенной смеси, но состав смеси по α стремится к 1 со стороны богатой смеси путем ее обеднения.

В случае выхода устройства из зоны поддержания максимальной амплитуды через схему 28 разрешения будет подана команда на отключение триггера 8 узкого строба, запреты на схемы 22, 23 и 24 со стороны этого триггера будут сняты, и устройство возобновит работу либо в той, либо в другой зоне.

Для того, чтобы система поддержания максимальной амплитуды не мешала работе системы поиска зоны регулирования и максимальной амплитуды, вырабатываемые в течение всего времени работы устройства сигналы схемы 7 формирования разности амплитуд не пропускаются в цепи управления, так как с момента появления импульсов тока ионизации и до момента включения системы поддержания амплитуды импульсы одновибратора 20 включают схему запрета 30.

Выше было отмечено, что при описании работы устройства была допущена идеализация, при которой не учитывалась возможность и вероятность флуктуаций состава смеси и величин амплитуды импульсов тока ионизации в процессе регулирования.

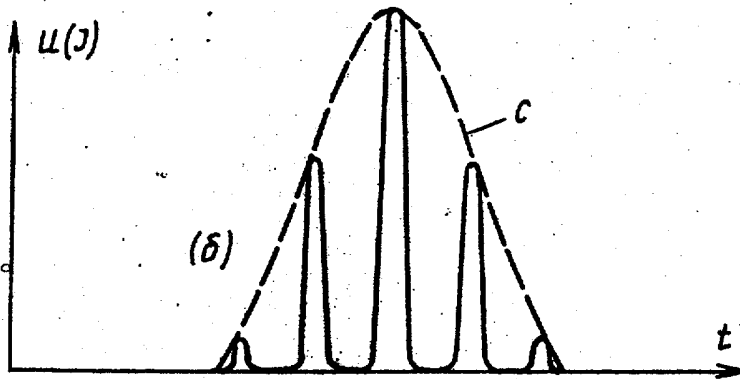
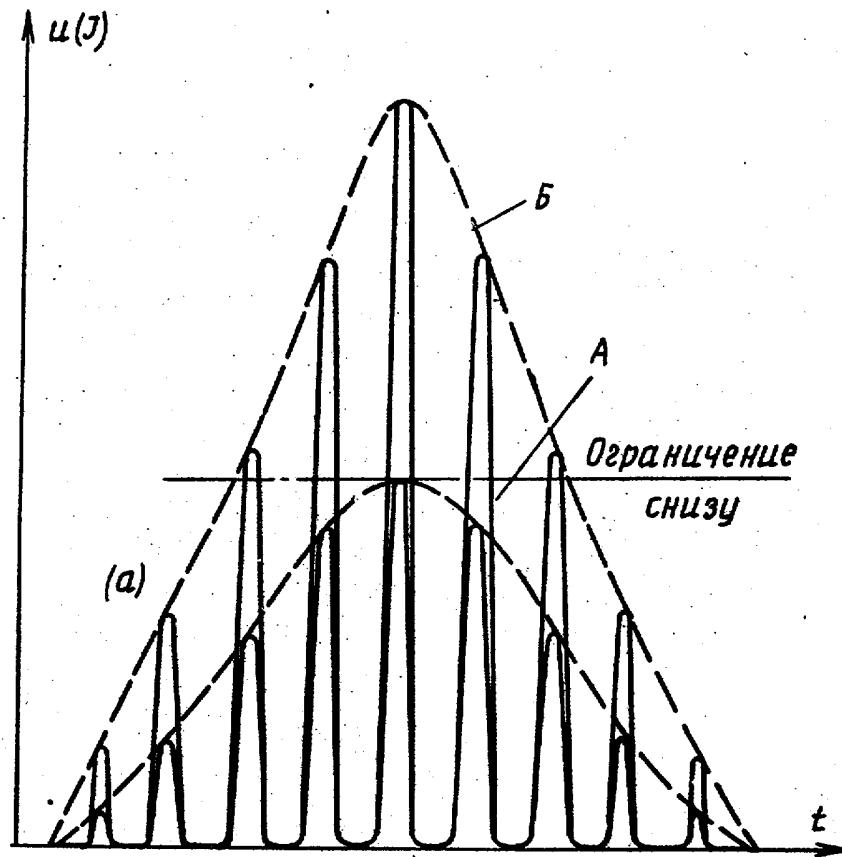
Для того, чтобы избежать возможных при этом погрешностей и срывов процесса регулирования в схемах 7 и 21 формируются разности амплитуд, предусматривают усреднение амплитуд не менее трех очередных импульсов и получение разности усредненных величин.

Рассмотрение графиков на фиг. 1, 2, 6 и 7 и устройств по фиг. 3, 4 и 5 показывает, что осуществляется способ стабилизации стехиометрического состава смеси в двигателе внутреннего сгорания путем регулирования состава смеси по параметру, характеризующему процесс сгорания, в качестве которого используют величину тока ионизации, а регулирование осуществляют по максимальному значению амплитуды этого тока.

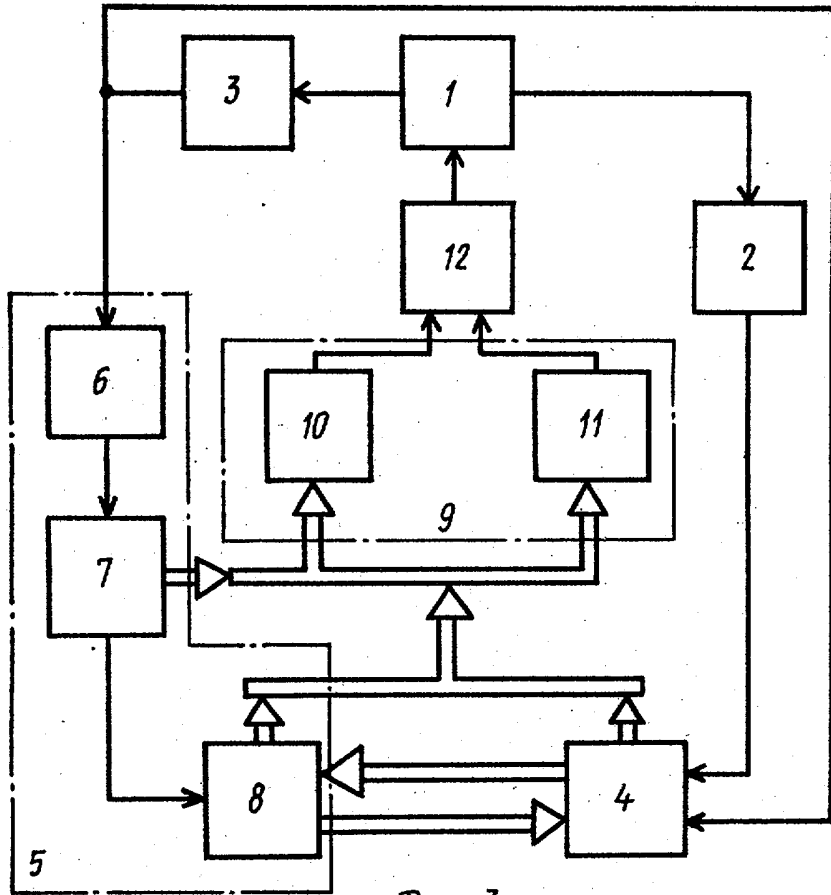
Устройство для осуществления этого способа, схематично представленное на фиг. 3 и описанное выше, предусматривает стабилизацию стехиометрического состава смеси по токам ионизации заряда одного цилиндра, поэтому ее применение возможно в одноцилиндровом двигателе и в системе с впрыском в каждый цилиндр двигателя при многоцилиндровом его испол-

нении. Для многоцилиндрового двигателя описанное выше устройство по фиг. 3 должно применяться для каждо-

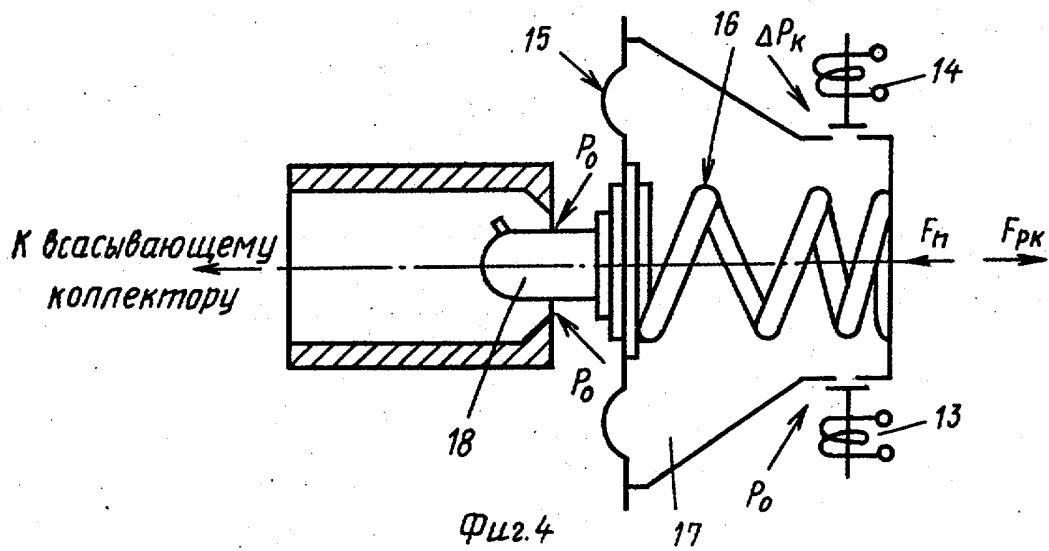
го из цилиндров в отдельности, т.е. должно быть столько одинаковых автономных устройств, сколько цилиндров.



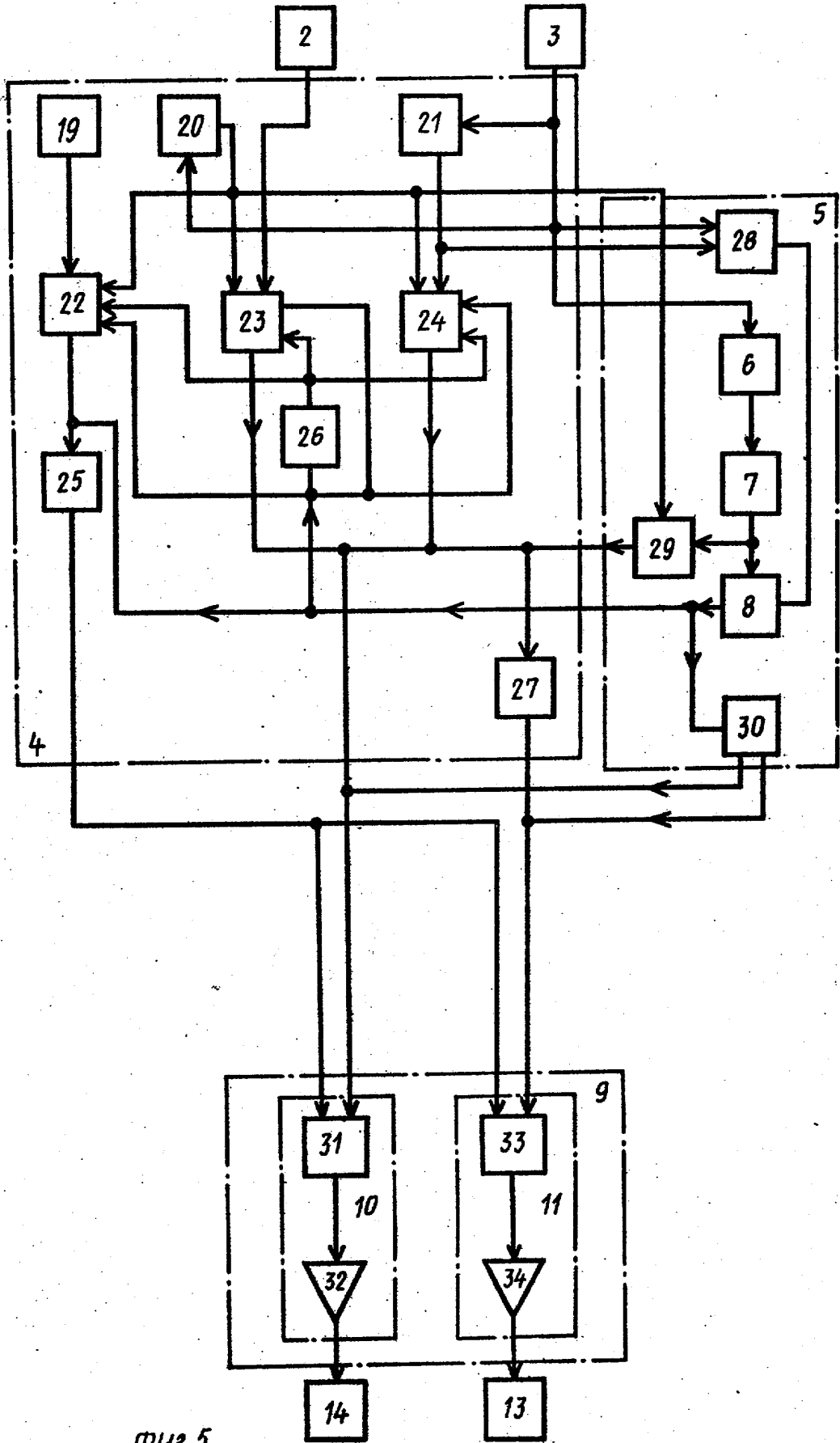
Фиг. 2



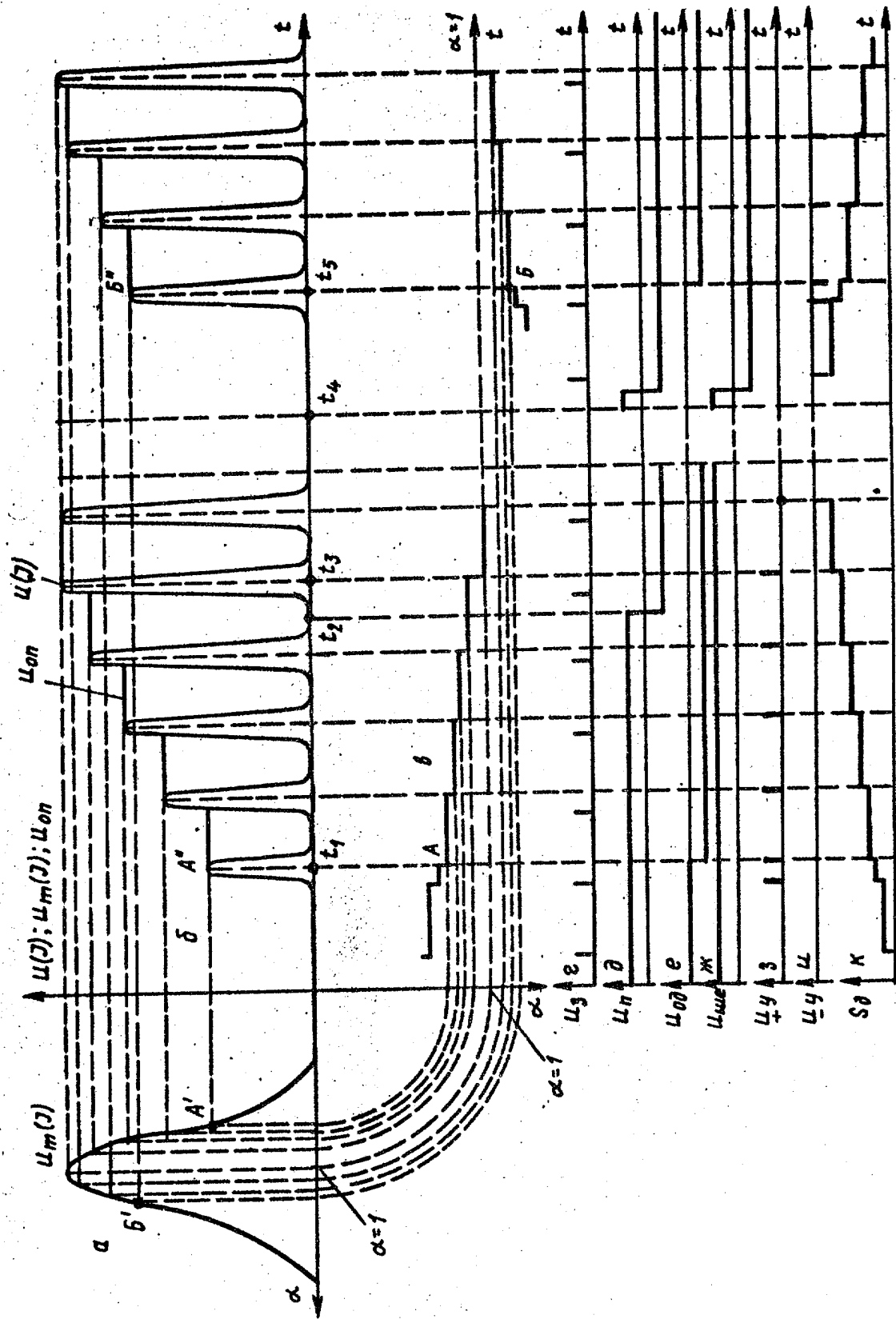
Фиг. 3



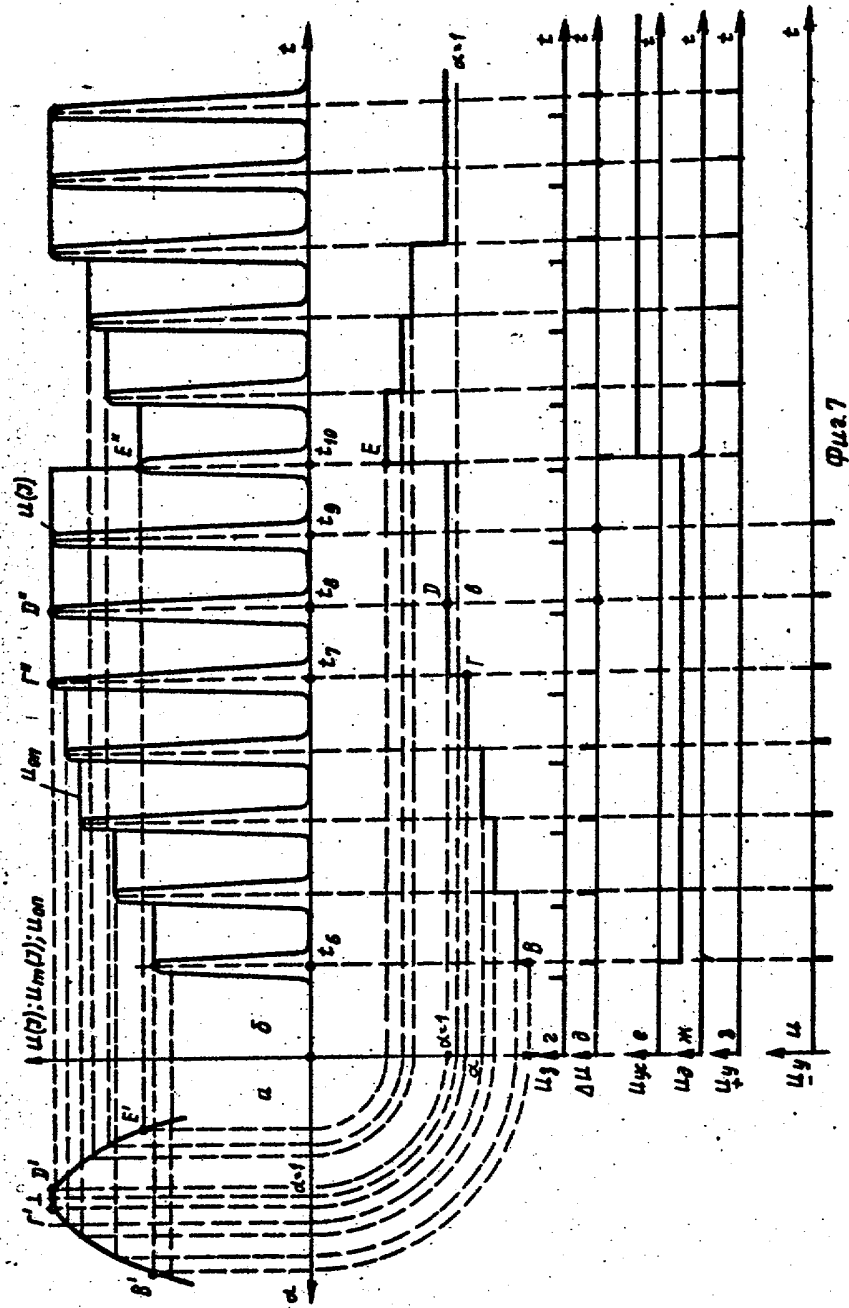
Фиг. 4



фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

Редактор С.Горькова Составитель Г.Смирнова Корректор А.Тяско
 Техред Н.Глуценко

Заказ 7298 Тираж 523 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4