



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 160 373<sup>(13)</sup> C2  
(51) МПК<sup>7</sup> F 02 В 41/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 99100740/06, 11.01.1999

(24) Дата начала действия патента: 11.01.1999

(46) Дата публикации: 10.12.2000

(56) Ссылки: 1. ХАЧИЯН А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник для ВУЗов. - М.: Высш.шк., 1978. 2. SU 1016546 А, 07.05.1983. 3. SU 1035256 А, 07.04.1988. 4. RU 2062839 С1, 27.06.1996. 5. RU 2043550 С1, 10.09.1995. 6. RU 2073803 С1, 20.02.1997. 7. FR 2612253 А1, 16.09.1988. 8. EP 0144277 А1, 12.06.1985. 9. FR 2542809 А1, 21.09.1984.

(98) Адрес для переписки:  
453530, Республика Башкортостан, Бурзянский район, с. Старосубхангулово, ул. Комсомольская 3, Яримову М. О.

(71) Заявитель:

Яримов Марат Отеллович

(72) Изобретатель: Яримов М.О.

(73) Патентообладатель:

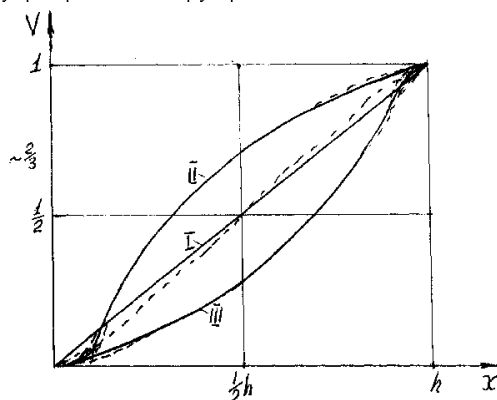
Яримов Марат Отеллович

(54) СПОСОБ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ЦИКЛУ ЯРИМОВА

(57)

Изобретение относится к энергетическому машиностроению и может быть использовано в двигателях внутреннего сгорания с оптимальными циклами для мобильного и стационарного исполнения. Способ включает превращение термохимической энергии топлива в механическую в ограниченном изменяемом объеме через повторяющиеся процессы впуска, сжатия, расширения, выпуска, при этом процессы расширения и/или сжатия осуществляют в несимметричном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости  $V = a + b(x + c)^m$ , где  $V$  - рабочий объем;  $x$  - аргумент;  $a, b, c$  - действительные числа;  $m$  - показатель степени, который выбирают в соответствии с неравенством  $0 < m < 1$ ,  $1 < m < 2$ , при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме относительно половины хода

рабочего органа по меньшей мере до соотношения 2:1. Изобретение обеспечивает повышение КПД, снижение уровня шума, упрощение конструкции. 2 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 160 373** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **F 02 B 41/00**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 99100740/06, 11.01.1999  
 (24) Effective date for property rights: 11.01.1999  
 (46) Date of publication: 10.12.2000  
 (98) Mail address:  
 453530, Respublika Bashkortostan,  
 Burzjanskij rajon, s. Starosubkhangulovo,  
 ul. Komsomol'skaja 3, Jarimovu M. O.

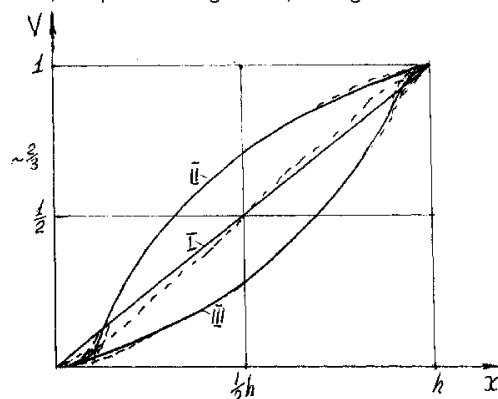
(71) Applicant:  
**Jarimov Marat Otellovich**  
 (72) Inventor: **Jarimov M.O.**  
 (73) Proprietor:  
**Jarimov Marat Otellovich**

(54) **INTERNAL COMBUSTION ENGINE OPERATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: power engineering. SUBSTANCE: proposed invention can be used in internal combustion engines with optimum cycles designed for mobile and stationary applications. Method includes conversion of thermochemical energy of fuel into mechanical energy in limited changeable volume by means of repeated processes of intake, compression, expansion and exhaust. Expansion and/or compression take place in asymmetrical working volume changing according to power dependence  $V = a+b(x+c)^m$  where  $V$  is working volume;  $x$  is argument;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  are real number;  $m$  is exponent of power chosen from inequality  $0 < m < 1, 1 < m < 2$ . Expansion and/or compression are carried out in asymmetrical working volume relative to half of stroke of working member until ratio 2:1 is set.

EFFECT: increased efficiency, reduced noise level, simplified design. 2 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к энергетическому машиностроению и может быть использовано в двигателях внутреннего сгорания, с оптимальными циклами, для мобильного и стационарного исполнения.

Известен способ работы двигателя внутреннего сгорания, включающий превращение термохимической энергии топлива (теплоты) в механическую в ограниченном изменяемом объеме через повторяющиеся процессы впуск, сжатие, расширение, выпуск - по индикаторной диаграмме (1) и (2).

Недостатками известных способов работы двигателей внутреннего сгорания по известным циклам являются: низкий КПД циклов, высокий уровень шумов при выпуске отработанных газов по причине проведения рабочих процессов расширения в симметричных, линейных изменяемых объемах, который изменяют в прямолинейной зависимости от аргумента (в первом приближении), что приводит к потере значительного количества тепла в стенках, ограничивающих рабочие объемы и при выбросе с отработанными газами.

Задачей настоящего изобретения является увеличение КПД (эффективности ДВС) при превращении термохимической энергии топлива (теплоты) в механическую в ограниченном несимметричном и нелинейно изменяемом объеме, снижение уровня шума при выпуске отработанных газов, упрощение конструкции.

Поставленная задача достигается за счет того, что процесс расширения и/или сжатия циклов ДВС осуществляют в несимметричном, относительно половины хода рабочего органа, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента, по уравнению:

$$V = a + b(x + c)^m,$$

где V - рабочий объем;

x - аргумент;

a, b, c - действительные числа;

m - показатель степени,

a показатель степени выбирают в соответствии с неравенствами:

$$0 < m < 1, 1 < m < 2,$$

при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме относительно половины хода рабочего органа по меньшей мере до соотношения 2:1.

Существующие способы работы двигателей внутреннего сгорания базируются на представлении о линейном изменении рабочего объема в зависимости от аргумента. Ось x, к примеру, по (4) стр. 12 рис. 2,1 b) совпадает с направлением перемещения поршня и является аргументом. Возможен вариант - аргументом принят угол поворота коленчатого вала (выходного вала). Одновременно необходимо отметить, что все известные способы работы ДВС основаны на симметричном изменении рабочего объема относительно половины хода рабочего органа. Это можно представить, условно разделив рабочий объем пополам в точке, соответствующей половине хода рабочего органа, и равенство объемов очевидно, и количественная симметрия как 1:1 также представима. На графике зависимости изменения объема от аргумента или от перемещения поршня (рабочего органа) также

половина хода рабочего органа соответствует половине измененного рабочего объема, фиг.1.

Сущностью данного изобретения является то, что по сравнению с существующими способами работы ДВС по известным циклам, процессы расширения и/или сжатия осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента, по уравнению:

$$V = a + b(x + c)^m,$$

где V - рабочий объем;

x - аргумент;

a, b, c - действительные числа;

m - показатель степени,

показатели степени выбирают в интервалах  $0 < m < 1, 1 < m < 2$ , при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме, относительно половины хода рабочего органа, по меньшей мере до соотношения 2: 1 в геометрическом представлении. Достигнутое опытным путем, несимметричное, нелинейное изменение рабочего объема сравнимо в первом приближении с графиком зависимости от аргумента на функцию  $V = x^m$ . При анализе этого графика выяснилось, что действительные числа a, b, c незначительно влияют на местонахождение зависимости  $V = x^m$  и по форме близко совпадают с ним. К примеру, "a" показывает смещение графика  $V = x^m$  вверх или вниз по оси ординат; "b" - деформацию графика (растяжение или сжатие; "c" - показывает смещение графика влево или вправо по оси абсцисс.

По этой причине, а также с целью упрощения математических накладок действительные числа принимаются:

$$a = 0, b = 1, c = 0,$$

итак, в предлагаемом способе работы ДВС по циклу автора: перемещению рабочего органа по оси соответствует степенное изменение рабочего объема:

$$V = x^m \text{ или } \frac{1}{V^m} = x.$$

В известных термодинамических циклах ДВС процессы расширения и сжатия (3) принимаются адиабатными. Дифференциальное уравнение состояния газа:

$$\frac{dP}{P} + K \frac{dV}{V} = 0,$$

где P - давление;

V - объем;

P и V - параметры состояния газов;

K - показатель адиабаты.

После применения дифференциальное уравнение примет вид:

$$\frac{dP}{P} + \frac{K}{m} \frac{dV}{V} = 0$$

Интегрирование при  $K = \text{const}$ , имеем

$$\ln P + \frac{K}{m} \ln V = \text{const}, \quad \text{откуда}$$

$$PV^{\frac{K}{m}} = \text{const}.$$

Полученное выражение представляет собой уравнение адиабата идеального газа при нелинейном, степенном изменении рабочего объема ДВС. Из полученного выражения необходимо сделать следующие выводы:

$m \neq 0$ , и при  $m = 1$ , уравнение адиабаты для известных циклов ДВС при процессах расширения и сжатия. При показателе степени, удовлетворяющем неравенству

$0 < m < 1$ ,  $PV^m = \text{const}$ , процесс расширения по циклу, предлагаемому автором фиг. 2. Сопоставление уравнений изотермы  $PV = \text{const}$  и адиабата  $PV^K = \text{const}$  известных изменений рабочих объемов показывает, что на  $(V, P)$ -диаграмме неравнобокая гипербола предлагаемого автором цикла ДВС расположена круче известных циклов при процессах расширения. Здесь кривая изотермы приведена для сопоставления с другими гиперболами. При показателе степени, удовлетворяющем неравенству  $1 < m < 2$ , возможны следующие варианты:

1.  $1 < m < K$ ;
2.  $m = K$ ;
3.  $K < m < 2$ .

Первый вариант обеспечивает размещение гиперболической кривой по крутизне между адиабатой известных циклов ДВС и изотермой линейных изменений рабочих объемов. Второй вариант обеспечивает совпадение с изотермой линейных изменений рабочих объемов. При третьем варианте кривая проходит положение той же изотермы.

Исходя из вышеизложенного по  $(V, P)$ -диаграмме можно сделать однозначный вывод о том, что в предлагаемом цикле ДВС процесс расширения и/или сжатия, если их осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента по уравнению:

$$V = a + b(x + c)^m,$$

а показатель степени выбирают в соответствии с неравенствами:

$$0 < m < 1, 1 < m < 2,$$

то реально существует значительное количество вариантов способов работы ДВС, не известных ранее с наиболее эффективными условиями прохождения процессов преобразования энергии термодинамических процессов. К примеру, если расширяют по предлагаемой неравнобокой гиперболе с показателем степени изменения рабочего объема  $0 < m < 1$ , можно значительно повысить термический КПД цикла ДВС (будет показано ниже), а также обеспечить бесшумный выброс отработанных газов, что является из того, что кривая

$$PV^K = \text{const}$$

гиперболической кривой  $PV^K = \text{const}$  или, по-другому, давление в конце предлагаемого процесса расширения (по циклу автора) меньше давления в конце известных процессов расширения объема (по известным циклам).

Термический КПД известных циклов ДВС определяется по формулам 22 по (4). В частности, для двигателей с подводом теплоты при постоянном объеме (быстрого сгорания) термически КПД имеет вид:

$$\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^{K-1},$$

где  $\eta_t$  - термический КПД цикла;

$\varepsilon$  - степень сжатия;

$K$  - показатель адиабата.

Для предлагаемого автором цикла при расширении и сжатии, что осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента:  $V = x^m$ , а показатель степени выбирают в пределах  $0 < m < 1$ , формула термического КПД имеет вид:

$$\eta_t = 1 - 1/\varepsilon^m.$$

значения термического КПД предлагаемого цикла с КПД известных циклов, то уверенно можно сделать вывод, что значение первого больше второго. К примеру, если принять  $\varepsilon = 9$ ,  $K = 1,5$  и практически достигнутое значение  $m = 0,5$ , тогда термический КПД известного цикла равен 0,666, а термический КПД предлагаемого автором цикла равен 0,888... Из этих сравнений можно сделать вывод: чем меньше показатель степени цикла, предлагаемого автором, тем ближе к единице приближается его термический КПД. Аналогичное сравнение можно привести для двигателей с подводом теплоты при постоянном давлении и по смещенному циклу. По фиг. 2 явствует, что значения показателей степени в пределах интервалов  $1 < m < 2$  применимы для процессов сжатия при том, что его осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который (осуществляют) изменяют по степенной зависимости от аргумента, совместно с расширением по известным способам работы ДВС. Точнее площадь индикаторной диаграммы, заключенной между, к примеру, кривой сжатия по предлагаемому способу работы ДВС и кривой расширения по известному способу, будет больше, чем площадь индикаторной диаграммы по известному способу работы ДВС, что так же означает об эффективности предлагаемого цикла ДВС и различных вариантах "и/или" (расширение и/или сжатие).

Процессы в нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента  $V = a + b(x + c)^m$ , одновременно сопровождаются несимметричным его изменением относительно половины хода рабочего органа (5), по меньшей мере, до соотношения 2:1. Эта асимметрия, к примеру 2:1, относительно половины хода рабочего органа в геометрическом представлении означает: при разделении (условном) всего рабочего объема на три равные части происходит изменение его двух частей до половины хода рабочего органа и одной части - после половины хода рабочего органа. В термодинамическом представлении это соотношение 2/3: 1/3 означает: две части всего рабочего объема задействовано до половины хода рабочего органа и одна часть после. В то время как у известных способов работы ДВС в геометрическом представлении симметрично 1:1, а в термодинамическом 2:1. Геометрическая несимметричность объема является важным фактором для способа работы ДВС, так как в первой половине расширения или в начале расширения большие потери тепла в стенки, а в предлагаемом цикле ДВС это тепло в основном превращается в механическую работу.

На графическом материале по фиг. 1

изображен график зависимости изменения рабочего объема от хода поршня или рабочего органа ( $h$ ). I - при известном способе работы ДВС, где процессы расширения и/или сжатия осуществляют в симметричном и линейном рабочем объеме, который изменяют по прямолинейной зависимости от аргумента  $V = f(x)$ . Штрихпунктирной линией показано фактическое незначительное отклонение от линейного. Симметрия показана относительно половины хода рабочего органа. II - при предлагаемом способе работы ДВС по циклу автора, где процессы расширения и/или сжатия осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента по уравнению:  $V = a + b(x + c)^m$ , а показатель степени выбирают в соответствии с параметрами  $0 < m < 1$  (III - для показателя степени  $1 < m < 2$ ), при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме относительно половины хода рабочего органа по меньшей мере до соотношения 2: 1. По фиг. 2 изображены гиперболические кривые расширения и/или сжатия индикаторных диаграмм на ( $V$ ,  $P$ ) - координатах. Кривая

$PV^{\frac{K}{m}} = \text{const};$   
 0 < m < 1 крутая  
 неравнобокая гипербола - расширения, расширения и сжатия по предлагаемому способу работы ДВС (циклу автора);  $PV^{\frac{K}{m}} = \text{const}$ , m = 1 менее крутая неравнобокая гипербола - расширения и сжатия по известному способу работы ДВС;  
 1 < m < K менее крутая

$PV^{\frac{K}{m}} = \text{const};$   
 неравнобокая гипербола - сжатия по предлагаемому способу работы ДВС циклу автора;  $PV = \text{const}$ , m = K равнобокая гипербола - приведена для сравнительной оценки;  $\frac{K}{m}$  K < m < 2 положение

$PV^{\frac{K}{m}} = \text{const},$   
 изотермы - возможный процесс сжатия по предлагаемому способу работы ДВС.

Возможность осуществления предлагаемого способа работы двигателя внутреннего сгорания характеризуется использованием устройств, известных из патентов Российской Федерации NN 2062893 и 2043550, 2073803. Предлагаемый способ работы двигателя внутреннего сгорания по циклу автора осуществляют следующим образом: в ограниченном изменяемом объеме термохимическую энергию топлива превращают в механическую энергию перемещения (поршня) рабочего органа с последующей передачей на выходной вал, для чего впускают рабочую смесь, ее сжимают в линейно изменяемом и симметричном относительно половины хода рабочего органа (поршня) объеме, затем сжигают и расширяют в несимметричном относительно половины хода рабочего органа (поршня), нелинейно изменяемом рабочем объеме от аргумента по степенной зависимости по уравнению:  $V = a + b(x + c)^m$ , с показателем степени, который выбирают в соответствии с неравенством  $0 < m < 1$ , при этом несимметричность объема процесса расширения доводят, по

меньшей мере, до соотношения 2:1, далее выпускают отработанные газы.

Оптимальный вариант осуществления изобретения, способа работы ДВС по циклу автора, когда процесс сжатия проводят в интервале показателя степени  $1 < m < 2$ , а процесс расширения проводят в интервале  $0 < m < 1$ . При данном варианте осуществления изобретения площадь индикаторной диаграммы будет максимальной, а потеря тепла на стенки и с выбросом отработанных газов минимальной.

Способ работы двигателя внутреннего сгорания по циклу автора, в котором процессы расширения и/или сжатия осуществляют в несимметричном, нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента, по уравнению:  $V = a + b(x + c)^m$ , а показатель степени выбирают в соответствии с неравенствами  $0 < m < 1$ ,  $1 < m < 2$ , при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме, относительно половины хода рабочего органа, по меньшей мере, до соотношения 2:1, позволяет увеличить КПД существующих циклов ДВС, при превращении термохимической энергии топлива (теплоты) в механическую работу, снизить уровень шума при выпуске отработанных газов до отказа от систем глушения шумов и упростить конструкцию ДВС.

Круговой цикл работы ДВС с участием хотя бы одного нового процесса, проходящего при несимметричном нелинейном изменении объема (рабочего объема), описываемого математической формулой:

$$PV^{\frac{K}{m}} = \text{const} \text{ ИЛИ } PV^{\frac{1}{m}} = \text{const}$$

при  $0 < m < 1$ ,  $1 < m < 2$  с учетом работы (5), является или называется по циклу автора, пример (6).

Предлагаемый способ работы ДВС по предлагаемому циклу автора, где процессы расширения и/или сжатия осуществляют в несимметричном нелинейном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента по уравнению:  $V = a + b(x + c)^m$ , а показатель степени выбирают в соответствии с неравенствами:  $0 < m < 1$ ,  $1 < m < 2$ , при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме, относительно половины хода рабочего органа, по меньшей мере, до соотношения 2:1, соответствует критериям изобретения, является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применим.

Источники информации:

1. Авторское свидетельство на изобретение 1712642, 5 F 02 B 77/04, по заявке N 14671152/06 от 03.04.89 г., опубл. ОПБ "Изобретения", N 6, 1992 г.
2. "Двигатели внутреннего сгорания", Учебник для ВУЗОВ, М., Высшая школа, 1978 г., авт. А.С.Хачиян, К.А.Морозов, В.И.Трусов.
3. "Техническая термодинамика", авт. В.И.Кругов, С.И.Исаев, Н.А.Кожин и др. М., Высшая школа, 1991 г.
4. "Техническая термодинамика и теплопередача", В.И. Кушнарв, В.И.Лебедев, В.А.Павленко и др. М., "Стройиздат", 1986 г.
5. Заявка на изобретение N 98108789/06 (009888) с приоритетом 06.05.98 г. ,

заявитель-автор Яримов М.О., с назначением "Способ работы ДВС" с решением о выдаче патента России.

6. Патент N 2062893 на изобретение, РОССИЯ, приоритет 1992 г., с названием "Двигатель внутреннего сгорания автора".

# **Формула изобретения:**

Способ работы двигателя внутреннего сгорания, включающий превращение термохимической энергии топлива в механическую в ограниченном изменяемом объеме через повторяющиеся процессы впуск, сжатие, расширение, выпуск, отличающийся тем, что процессы расширения и/или сжатия осуществляют в

несимметричном рабочем объеме, который изменяют по степенной зависимости от аргумента, по уравнению

$$V = a + b (x + c)^m;$$

где V - рабочий объем;

x - аргумент;

a, b, c - действительные числа;

m - показатель степени,

a показатель степени выбирают в соответствие с неравенствами

$$0 < m < 1; 1 < m < 2,$$

при этом процесс расширения и/или сжатия производят в несимметричном рабочем объеме относительно половины хода рабочего органа по меньшей мере до соотношения 2 : 1.

5

10

15

20

25

30

35

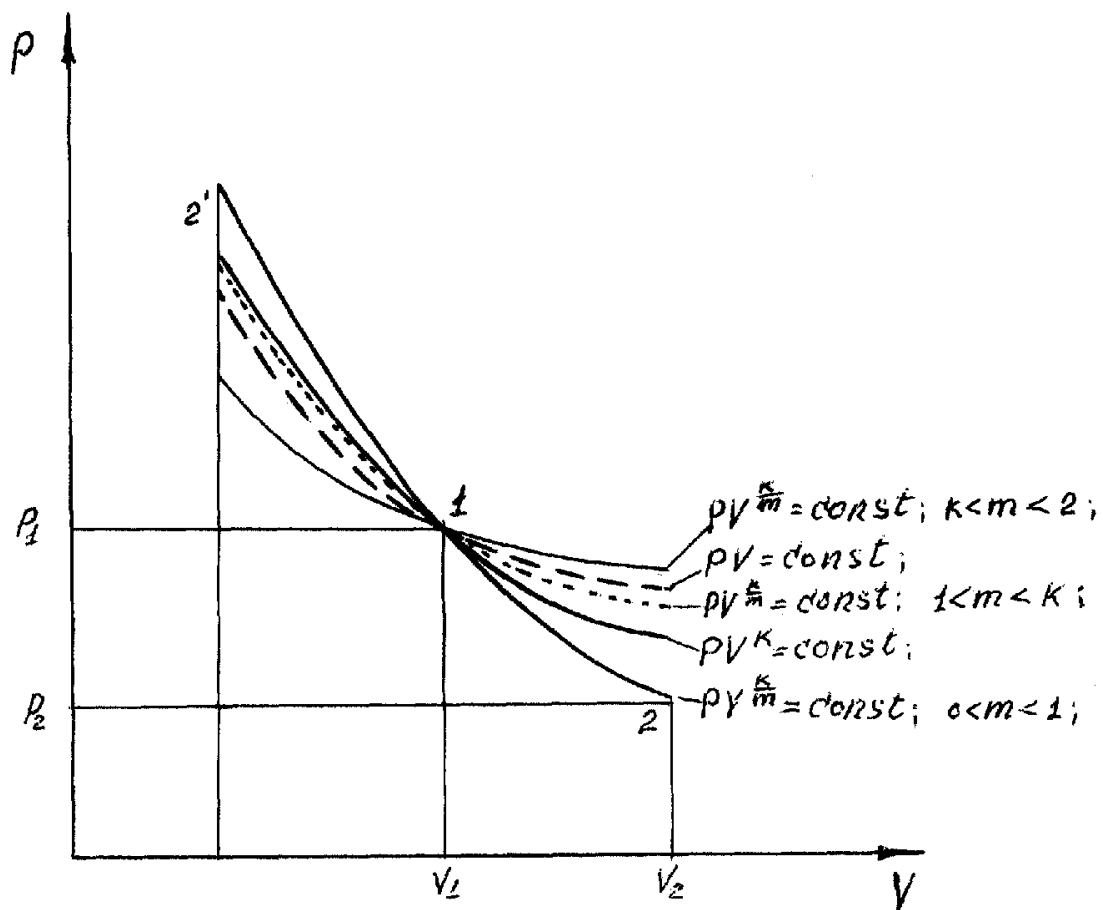
40

45

50

55

60



Фиг.2