



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011153891/06, 29.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.12.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.12.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2013 Бюл. № 19

(45) Опубликовано: 20.05.2014 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 853133 A1, 07.08.1981. US 6895945  
B2, 24.05.2005. RU 2282746 C2, 27.08.2006. US  
2011005504 A1, 13.01.2011. US 2011005505 A1,  
13.01.2011

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для В.А.  
Маркова (Э-6)

(72) Автор(ы):

Лобода Станислав Сергеевич (RU),  
Марков Владимир Анатольевич (RU),  
Куловский Владислав Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ  
им. Н.Э. Баумана) (RU)(54) УСТРОЙСТВО ОБОГАЩЕНИЯ ВСАСЫВАЕМОГО ВОЗДУХА КИСЛОРОДОМ ДЛЯ  
ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для регулирования количества кислорода в топливовоздушной смеси. Устройство обогащения всасываемого воздуха кислородом для двигателя внутреннего сгорания содержит обогатитель с камерой обогащения (КО). Обоганитель установлен во впускном коллекторе за турбокомпрессором по потоку. В обогатителе параллельно КО с обогатительными мембранами из поливинилтриметилсилана расположена

проточная камера (ПК). На входе в КО и ПК установлена распределительная заслонка, снабженная электронной системой управления (ЭСУ). ЭСУ включает датчики режимных параметров, электронный блок управления и исполнительный механизм, регулирующий расход воздуха через КО и ПК. Технический результат заключается в изменении соотношения подач атмосферного воздуха и воздуха, обогащенного кислородом. 1 з.п. ф-лы, 5 ил., 4 табл.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 516 725** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

*F02D 21/02* (2006.01)

*F02M 27/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011153891/06, 29.12.2011

(24) Effective date for property rights:  
29.12.2011

Priority:

(22) Date of filing: 29.12.2011

(43) Application published: 10.07.2013 Bull. № 19

(45) Date of publication: 20.05.2014 Bull. № 14

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str.1,  
MGТУ im. N.Eh. Baumana, TsZIS, dlja V.A.  
Markova (Eh-6)

(72) Inventor(s):

Loboda Stanislav Sergeevich (RU),  
Markov Vladimir Anatol'evich (RU),  
Kulovskij Vladislav Aleksandrovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij  
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni  
N.Eh. Baumana" (MGТУ im. N.Eh. Baumana)  
(RU)

(54) **ICE DEVICE FOR ENRICHMENT OF SUCKED AIR WITH OXYGEN**

(57) Abstract:

FIELD: engines and pumps.

SUBSTANCE: invention can be used for control over oxygen content in fuel-air mix. Proposed device comprises enrichment promoter with enrichment chamber. Said enrichment promoter is arranged in intake manifold downstream of turbo compressor. Flow-through chamber is arranged inside said enrichment promoter parallel with enrichment chamber with enrichment membranes from polyvinyl trimethyl silane. Dis-

tribution flap with electronic control system is arranged at the inlet of enrichment chamber and flow-through chamber. Said electronic control system comprises mode parameter transducers, electronic control unit and actuator to adjust air flow rate via both chambers.

EFFECT: varied ratio between atmospheric air and enriched air feed.

2 cl, 5 dwg, 4 tbl

R U 2 5 1 6 7 2 5 C 2

R U 2 5 1 6 7 2 5 C 2

Область техники

Изобретение относится к двигателестроению, в частности к устройствам, обогащающим топливовоздушную смесь кислородом.

Уровень техники

5 Известно устройство «ОБОГАТИТЕЛЬ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ» [1], содержащее двигатель внутреннего сгорания с впускным коллектором, сообщенным через трубопровод с электролизером, в котором осуществляется электролиз воды с выделением кислорода, поступающего через трубопровод и впускной коллектор в цилиндры двигателя. Недостатком данного  
10 устройства является необходимость установки на борту автомобиля дополнительного бака с водой и дополнительного электрического аккумулятора.

Известно устройство «ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С АКТИВАТОРОМ ВОЗДУХА» [2], содержащее двигатель внутреннего сгорания с впускным коллектором, на входе в который установлен активатор воздуха, осуществляющий ионизацию поступающего  
15 в двигатель воздуха. Недостатками данного устройства являются необходимость установки на борту автомобиля дополнительного источника электроэнергии и присутствие в ионизированном воздухе атомарного кислорода, что увеличивает взрывоопасность.

Наиболее близким по техническому результату к предлагаемому устройству является  
20 «УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ КИСЛОРОДОМ» [3] (прототип) - устройство обогащения всасываемого воздуха кислородом для двигателя внутреннего сгорания, содержащее впускной коллектор, установленный на его входе обогатитель с камерой обогащения, в которой установлены обогатительные мембраны, компрессор, соединенный подводящим патрубком с  
25 обогатителем и установленный на входе в компрессор воздушный фильтр, соединенный с компрессором трубопроводом. Недостатком данного устройства является невозможность регулирования соотношения подачи атмосферного и обогащенного кислородом воздуха в камеру сгорания двигателя.

Известно устройство «СИСТЕМА И МЕТОД ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ВПУСКНОГО  
30 ВОЗДУХА В ДВИГАТЕЛЕ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ» [4], содержащее параллельно расположенные камеру обогащения и проточную камеру, а также распределительную заслонку, в камере обогащения установлен активатор воздуха, осуществляющий ионизацию поступающего в двигатель воздуха. Недостатками данного устройства являются регулирование только потока ионизированного воздуха и  
35 отсутствие регулирования потока атмосферного воздуха, что ведет к изменению количества воздушного заряда, а также аналогично устройству [2], необходимость установки на борту автомобиля дополнительного источника электроэнергии и присутствие в ионизированном воздухе атомарного кислорода, что увеличивает взрывоопасность.

40 Раскрытие изобретения

Задачей заявленного устройства обогащения воздуха кислородом для двигателя внутреннего сгорания является обеспечение возможности регулирования соотношения подач атмосферного и обогащенного кислородом воздуха в камеру сгорания двигателя.

Поставленная задача решается тем, что устройство обогащения всасываемого воздуха  
45 кислородом для двигателя внутреннего сгорания содержит впускной коллектор, установленный на его входе обогатитель с камерой обогащения, в которой установлены обогатительные мембраны, компрессор, соединенный подводящим патрубком с обогатителем и установленный на входе в компрессор воздушный фильтр, соединенный

с компрессором трубопроводом. При этом в обогатителе параллельно камере обогащения с обогатительными мембранами из поливинилметилсилана (как вариант - из силикона) расположена проточная камера, на входе в камеру обогащения и проточную камеру установлена распределительная заслонка с электронной системой управления, регулирующей расход воздуха через камеру обогащения и проточную камеру. Электронная система управления распределительной заслонкой может включать датчики режимных параметров, электронный блок управления и исполнительный механизм, регулирующий расход воздуха через камеру обогащения и проточную камеру.

#### Перечень фигур

На фиг.1 показано устройство обогащения всасываемого воздуха кислородом. В табл.1 представлены технические характеристики двигателя бензогенератора MATRIX 94512.

На фиг.2...5 и в табл.2...4 показаны результаты эксперимента на двигателе бензогенератора MATRIX 94512.

#### Осуществление изобретения

Устройство на фиг.1 содержит поршневую часть комбинированного двигателя внутреннего сгорания 1 с поршнем 2, размещенным в цилиндре 3 и образующим в нем камеру сгорания. В камере сгорания установлены впускной 4 и выпускной 5 клапаны и форсунка 6. Газотурбинная часть комбинированного двигателя имеет турбокомпрессор с установленными на его валу 7 компрессором 8 и турбиной 9. Воздушный тракт комбинированного двигателя включает воздушный фильтр 10, соединенный впускным трубопроводом 11, который входным сечением компрессора 8 через подводящий патрубок 12 сообщен с обогатителем 13. Обогатитель выполнен с двумя камерами цилиндрической формы: проточной камерой 14 и камерой обогащения 15, в которой установлены параллельно закрепленные в формах поливинилтриметилсилановые (как вариант - силиконовые) мембраны 16, осуществляющие прохождение через них обогащенного кислородом воздуха (пермеата). Камера обогащения имеет дренажные калибровочные отверстия 24 на боковой поверхности для удаления излишнего воздуха, обедненного кислородом (нон-пермеата). На входе в обогатитель 13 установлена распределительная заслонка 17. Обогатитель 13 через впускной коллектор 18 и впускной клапан 4 сообщается с цилиндром 3 двигателя внутреннего сгорания 1. С другой стороны цилиндр 3 через выпускной клапан 5 и выпускной коллектор 19 сообщен с входным сечением турбины 9, а ее выходное сечение сообщено с атмосферой. Положение распределительной заслонки 17 обогатителя 13 определяется положением выходного истока исполнительного механизма (ИМ) 20, управляемого электронным блоком (ЭБ) 21, который вырабатывает управляющий сигнал на исполнительный механизм на основании сигналов от датчиков (Д1, Д2, Д3) 22 режимных параметров (частоты вращения коленчатого вала двигателя, его мощности, подачи топлива). При использовании заявленного устройства в бензиновом двигателе вместо дизельной форсунки 6 используется бензиновая форсунка 23, устанавливаемая во впускном коллекторе 18. В случае использования заявленного устройства в бензиновом двигателе вместо дизельной форсунки 6 устанавливается свеча зажигания. Мембраны 16, установленные в камере обогащения 15 обогатителя 13 выполнены из поливинилтриметилсилана (как вариант - из силикона), представляющего собой пористый материал с размерами пор около 0,27 нм, позволяющий пропускать молекулы кислорода в 2,5 раза быстрее молекул азота, поскольку размеры молекулы азота больше, чем у молекулы кислорода. Это позволяет повышать процентное содержание кислорода в проходящем через него воздухе. Скорость прохождения кислорода и азота через

мембраны определяется через коэффициент диффузии и закон Фика для газов:  $J = -D \frac{\partial C}{\partial x}$

,

где  $J$  - плотность потока вещества,

$D$  - коэффициент диффузии,

$\frac{\partial C}{\partial x}$  - градиент концентрации.

Зависимость коэффициента диффузии от температуры в простейшем случае

выражается законом Арениуса:  $D = D_0 \exp(-E_a/kT)$ , где  $D$  - коэффициент диффузии [ $\text{м}^2/\text{с}$ ],  $E_a$  - энергия активации [Дж],  $k$  - постоянная Больцмана,  $T$  - температура [К].

Работа заявленного устройства (рис.1) осуществляется следующим образом. Для увеличения мощности двигателя необходимо подать в цилиндр 3 большее количество топлива и, соответственно, большее количество воздуха. Для этой цели поршневая часть комбинированного двигателя дополняется системой газотурбинного наддува турбокомпрессором. При работе двигателя отработавшие газы цилиндра 3 двигателя внутреннего сгорания 1 через выпускной клапан 5 и выпускной коллектор 19 поступают на турбину 9 и раскручивают ее. Турбина 9 через вал 7 приводит во вращение компрессор 8. Компрессор всасывает атмосферный воздух через воздушный фильтр 10 и впускной трубопровод 11 и сжимает его до требуемого давления. Сжатый воздух после компрессора 8 через подводящий патрубок 12 поступает в обогатитель 13 к распределительной заслонке 17. Положение заслонки 17 определяет соотношение расходов воздуха через проточную камеру 14 и камеру обогащения 15. В камере обогащения проходящий через поливинилтриметилсилановые (как вариант - силиконовые) мембраны воздух обогащается кислородом, после чего через впускной коллектор 18 и впускной клапан 4 поступает в цилиндр 3 двигателя 1. Нон-пермеат через дренажные калибровочные отверстия выходит из камеры обогащения.

Обогащение воздушного заряда кислородом повышает мощность двигателя, его топливную экономичность и экологические качества.

Для подтверждения эффективности предлагаемой системы был проведен эксперимент на двигателе бензогенератора Matrix 94512 по определению изменения уровня токсичных веществ с увеличением содержания кислорода на всасывании. Результаты показаны на графиках фиг.2...4.

Данные эксперимента по определению мощности двигателя с различной частотой коленчатого вала при увеличении содержания кислорода в воздушном заряде показаны на графике фиг.5 и в таблицах 2...4.

Источники информации

1. Патент РФ №2407910, МПК F02 M27/04, опубликован 27.12.2010.

2. Патент РФ №2372501, МПК F02B 51/04, F02B 75/00, опубликован 10.11.2009.

3. Авторское свидетельство СССР №853133, МПК F02B 51/00, опубликовано 07.08.1981.

4. Патент США US 6895945 B2, МПК F02M 33/00, опубликован 24.05.2005.

Таблица 1

Параметр \ Модель	94512
Напряжение, В	220±10%
Частота, Гц	50±3
Ток, А	13,6
Максимальная мощность, кВт	3,2

Средняя номинальная мощность, кВт	2,7
Двигатель	1 цилиндрический, 4-х тактный
Рабочий объем двигателя, л	196
Мощность двигателя, кВт/об/мин	3,5/3000
Марка бензина	С октановым числом не ниже 92
Емкость бензобака, л	12
Система запуска	Ручной стартер
Свеча зажигания, тип	4C5T (LD), BDR4ES (NGK)
Уровень шума (7 м), дБ	72
Звуковое давление, дБ	97

10

### Формула изобретения

15

1. Устройство обогащения всасываемого воздуха кислородом для двигателя внутреннего сгорания, содержащее впускной коллектор, установленный на его входе обогатитель с камерой обогащения, в которой установлены обогатительные мембраны, компрессор, соединенный подводящим патрубком с обогатителем и установленный на входе в компрессор воздушный фильтр, соединенный с компрессором трубопроводом, отличающееся тем, что в обогатителе параллельно камере обогащения с обогатительными мембранами из поливинилтриметилсилана расположена проточная камера, на входе в камеру обогащения и проточную камеру установлена распределительная заслонка с электронной системой управления.

20

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что электронная система управления распределительной заслонкой включает датчики режимных параметров, электронный блок управления и исполнительный механизм, регулирующий расход воздуха через камеру обогащения и проточную камеру.

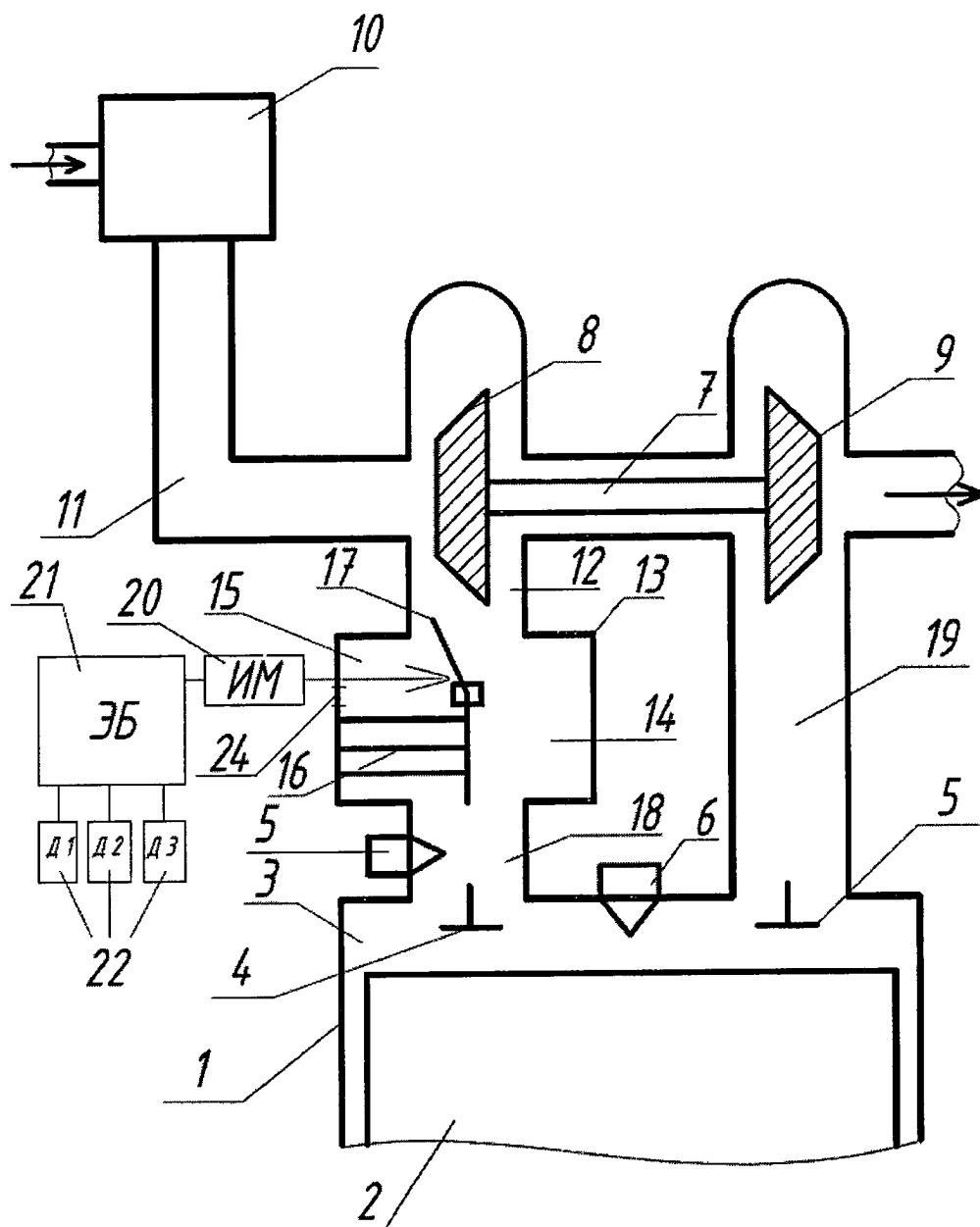
25

30

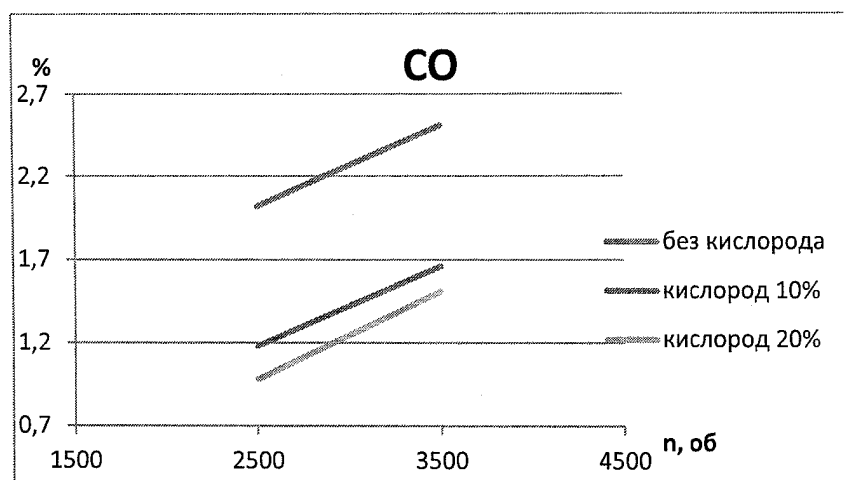
35

40

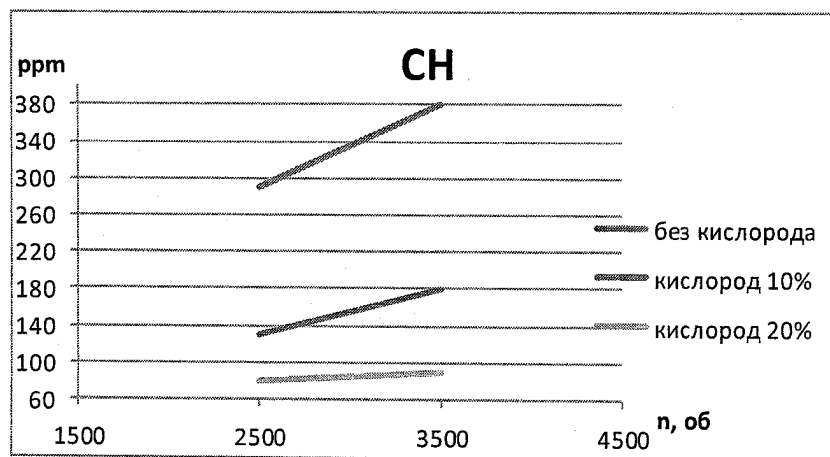
45



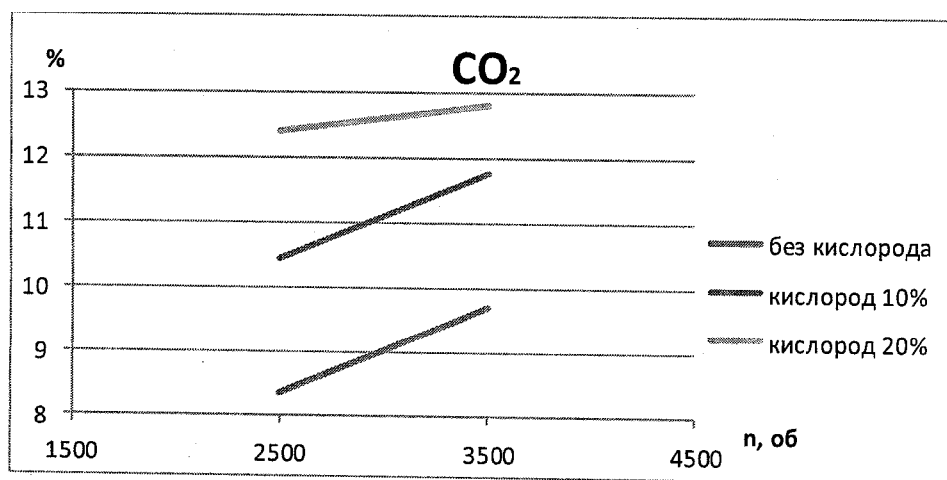
Фиг.1



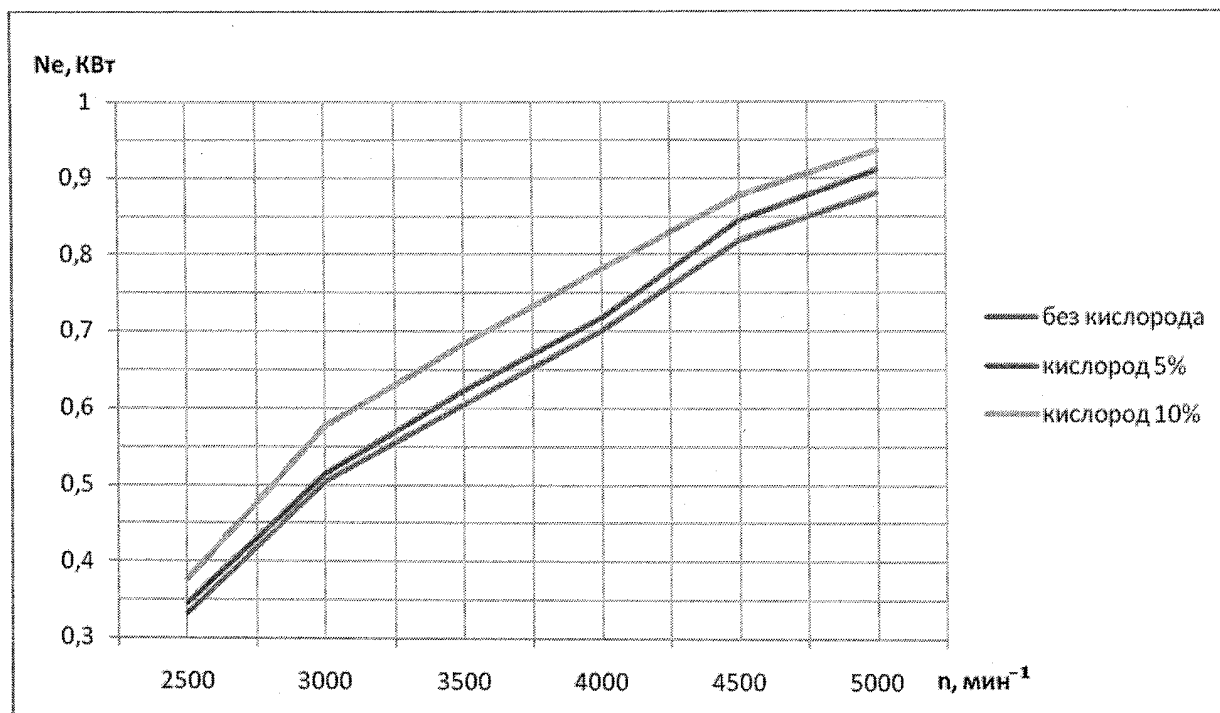
ФИГ. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



**Без кислорода**

п, мин <sup>-1</sup>	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Ne, кВт	0,352	0,6	0,705	0,722	0,817	0,925

Таблица 2

**Кислород 5%**

п, об/мин	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Ne, кВт	0,355	0,345	0,604	0,718	0,864	0,93

Таблица 3

**Кислород 10%**

п, об/мин	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Ne, кВт	0,375	0,576	0,684	0,781	0,877	0,934

Таблица 4