



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 150 014** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **F 02 B 71/04, F 02 D 41/30**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 99105110/06, 16.03.1999

(24) Дата начала действия патента: 16.03.1999

(46) Опубликовано: 27.05.2000

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 4532431 A, 30.07.85. SU 1776332 A3, 15.11.92. RU 2046966 C1, 27.10.95. SU 985365 A, 30.12.82. GB 1448879 A, 08.09.76. US 4342920 A, 03.08.82.

Адрес для переписки:

109428, Москва, Рязанский пр-т 49 корп.3,
кв.16, Пинскому Ф.И.

(71) Заявитель(и):

Пинский Феликс Ильич,
Пинский Тимур Феликсович

(72) Автор(ы):

Пинский Ф.И.,
Пинский Т.Ф.

(73) Патентообладатель(ли):

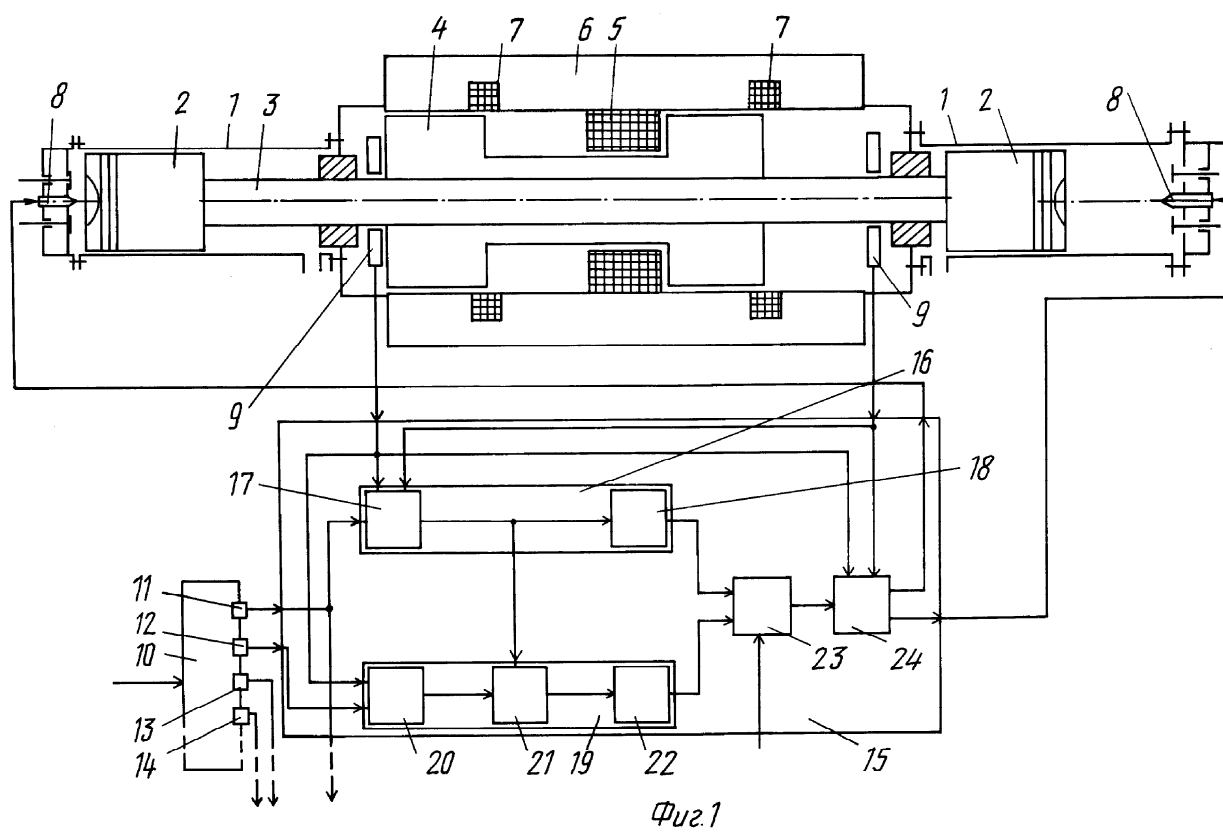
Пинский Феликс Ильич,
Пинский Тимур Феликсович

(54) СВОБОДНОПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ С ЛИНЕЙНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ГЕНЕРАТОРОМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(57) Реферат:

Двигатель предназначен для привода линейного электрического генератора, вырабатывающего переменный электрический ток. Двигатель выполнен в виде нескольких автономно работающих модулей. В состав каждого модуля входят два оппозитно расположенных цилиндра, в которых размещены поршни, соединенные с якорем линейного электрического генератора. Раскрыт электронный блок управления, регулирующий работу органов топливоподдачи в цилиндры в зависимости от отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов в

цилиндрах и отклонения фазы электрического тока. Оппозитные цилиндры могут быть объединены в общий корпус, преимущественно цилиндрической формы. Поршни могут быть объединены с якорем в общий двухсторонний поршень-якорь. Генераторы согласованно действующих модулей могут быть объединены для, по меньшей мере, части модулей. Технический результат заключается в повышении эффективности работы двигателя и повышении надежности, а также в уменьшении выбросов, расхода топлива, габаритов и массы. 5 з.п.ф-лы, 3 ил.





RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 150 014** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **F 02 B 71/04, F 02 D 41/30**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **99105110/06, 16.03.1999**

(24) Effective date for property rights: **16.03.1999**

(46) Date of publication: **27.05.2000**

Mail address:

**109428, Moskva, Rjazanskij pr-t 49 korp.3,
kv.16, Pinskiy F.I.**

(71) Applicant(s):

**Pinskij Feliks Il'ich,
Pinskij Timur Feliksovich**

(72) Inventor(s):

**Pinskij F.I.,
Pinskij T.F.**

(73) Proprietor(s):

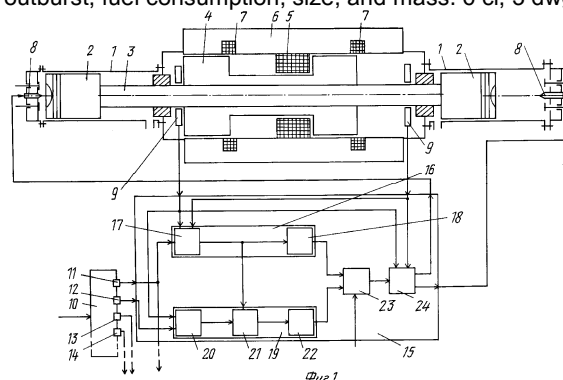
**Pinskij Feliks Il'ich,
Pinskij Timur Feliksovich**

(54) **FREE-PISTON INTERNAL-COMBUSTION ENGINE WITH LINEAR AC GENERATOR**

(57) Abstract:

FIELD: linear ac generator drives. SUBSTANCE: engine is built up of self-contained modules. Each module has two opposing cylinders accommodating pistons which are coupled with linear generator armature. Electronic control unit functions to control elements injecting fuel in cylinders depending on frequency or working cycle repetition period deviation in cylinders and electric current phase deviation. Opposing cylinders may be mounted in common casing usually cylindrical in shape. Pistons may be built integral with armature to form two-way armature-and-piston assembly. Generators of cumulatively functioning modules may be combined for at least

part of modules. EFFECT: improved operating efficiency and reliability of engine, reduced outburst, fuel consumption, size, and mass. 6 cl, 3 dwg



Изобретение относится к свободнопоршневым двигателям внутреннего сгорания, предназначенным для привода линейных электрических генераторов переменного тока.

Известен свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания с линейным электрическим генератором переменного тока, содержащий, по меньшей мере, один автономно работающий модуль, включающий в себя два оппозитно расположенных цилиндра, в которых размещены поршни, жестко связанные между собой и якорем генератора, статор генератора с обмотками возбуждения, силовыми обмотками генерируемого тока, магнитопроводом и электронный блок управления с датчиками положения поршней и якоря генератора (см. патент США N 4532431, МПК F 02 В 71/04, 1985).

Недостаток известного двигателя заключается в недостаточной эффективности работы двигателя вследствие невозможности согласованного управления работой органов топливоподачи отдельных модулей при отклонениях частоты и фазы генерируемого электрического тока от заданных значений.

Задачей заявленного изобретения является повышение эффективности работы и надежности двигателя путем уменьшения расхода топлива, вредных выбросов, габаритов, собственной массы и стоимости, совершенствование компоновки.

Поставленная задача решается тем, что свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания с линейным электрическим генератором переменного тока, содержащий, по меньшей мере, один автономно работающий модуль, включающий в себя два оппозитно расположенных цилиндра, в которых размещены поршни, жестко связанные между собой и якорем генератора, статор генератора с обмотками возбуждения, силовыми обмотками генерируемого тока, магнитопроводом и электронный блок управления с датчиками положения поршней и якоря генератора, выполнен с возможностью совместной работы нескольких автономных модулей на режимах, близких к оптимальной нагрузке, и с возможностью управления числом работающих модулей по командам электронных блоков управления на частичных нагрузках и содержит задающее устройство, имеющее первый выход, выдающий периодические сигналы, соответствующие заданной частоте или периоду повторения рабочих циклов в цилиндрах, по меньшей мере, для одного модуля, и вторые выходы, выдающие периодические сигналы, соответствующие заданной фазе генерируемого электрического тока для отдельного модуля, каждый электронный блок управления содержит канал формирования управляющего воздействия по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, включающий в себя определитель отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, входы которого соединены с первым выходом задающего устройства и выходами датчиков положения, и регулятор по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого связан с выходом определителя отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, и канал формирования управляющего воздействия по отклонению фазы тока, включающий в себя определитель отклонения фазы тока, входы которого соединены со вторым выходом задающего устройства и выходами датчиков положения, нелинейный элемент с коэффициентом передачи, увеличивающимся с уменьшением отклонений частоты или периода повторения рабочих циклов, один вход которого соединен с выходом определителя отклонения фазы тока, а второй - с выходом определителя отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, и регулятор по отклонению фазы тока, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной фазы тока при поддержании заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого соединен с выходом нелинейного элемента, причем в каждом электронном блоке управления выполнен сумматор, входы которого соединены с выходами регуляторов по отклонениям частоты или периода повторения рабочих циклов и фазы тока, и формирователь-распределитель управляющих импульсов, входы которого соединены с датчиками положения и выходом сумматора, а выход - с

управляющими механизмами органов топливоподачи в цилиндры, сумматор снабжен дополнительными входами, на которые с возможностью улучшения качества управления подаются сигналы от электронных блоков управления других агрегатов, совместно с которыми работает двигатель, поршни и цилиндры, по крайней мере, частично выполнены из магнитных материалов и являются частями магнитопровода генератора, два оппозитно расположенных цилиндра модуля объединены в один общий корпус, выполненный из чередующихся магнитных и немагнитных участков, а поршни модуля объединены в общий двухсторонний поршень-якорь, общий корпус выполнен цилиндрической формы, генератор выполнен общим для, по меньшей мере, части согласованно действующих модулей.

На фиг. 1 показана схема одного модуля заявленного двигателя, фиг. 2 - вариант выполнения модуля с общим корпусом, фиг. 3 - вариант выполнения модуля с общим корпусом цилиндрической формы.

Свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания с линейным электрическим генератором переменного тока показан на примере одного модуля, содержащего два оппозитно расположенных цилиндра и линейный электрический генератор переменного тока, возбуждаемый продольными перемещениями магнитного потока.

Двигатель выполнен с возможностью совместной работы нескольких автономных модулей на режимах, близких к оптимальной нагрузке, и с возможностью управления числом работающих модулей по командам электронных блоков управления на частичных нагрузках.

Свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания с линейным электрическим генератором переменного тока содержит, по меньшей мере, один автономно работающий модуль, включающий в себя два оппозитно расположенных цилиндра 1, в которых размещены поршни 2, жестко связанные между собой штоком 3, на котором размещен якорь 4 генератора. Статор генератора содержит обмотки 5 возбуждения, магнитопровод 6, силовые обмотки 7 генерируемого тока. Жидкое или газообразное топливо в цилиндры двигателя подается через электрически управляемые форсунки или насос-форсунки 8. Положение поршней 2 и якоря 4 контролируется датчиками 9 положения поршней 2 и якоря 4. Якорь 4 расположен внутри статора с возможностью возвратно-поступательного движения внутри последнего и содержит только магнитопровод.

Обмотки 5 возбуждения и силовые обмотки 7 генератора неподвижно установлены в статоре.

Якоря и статоры генераторов могут быть общими для нескольких модулей, как отдельно, так и совместно в виде общего генератора.

Двигатель содержит задающее устройство 10, имеющее первый выход 11, выдающий периодические сигналы, соответствующие заданной частоте или периоду повторения рабочих циклов в цилиндрах, по меньшей мере, для одного модуля, и вторые выходы 12, 13, 14, выдающие периодические сигналы, соответствующие заданной фазе генерируемого электрического тока для отдельного модуля. Каждый электронный блок 15 управления содержит канал 16 формирования управляющего воздействия по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, включающий в себя определитель 17 отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, входы которого соединены с первым выходом 11 задающего устройства 10 и выходами датчиков 9 положения, и регулятор 18 по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого связан с выходом определителя 17 отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов.

Кроме того, электронный блок 15 управления содержит канал 19 формирования управляющего воздействия по отклонению фазы тока, включающий в себя определитель 20 отклонения фазы тока, входы которого соединены со вторым выходом 13 задающего устройства 10 и выходами датчиков 9 положения, нелинейный элемент 21 с коэффициентом передачи, увеличивающимся с уменьшением отклонений частоты или периода повторения рабочих циклов, один вход которого соединен с выходом

определяющего 20 отклонения фазы тока, а второй - с выходом определяющего 17 отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, и регулятор 22 по отклонению фазы тока, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной фазы тока при поддержании заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого соединен с выходом нелинейного элемента 21. В каждом электронном блоке 15 управления выполнен сумматор 23, входы которого соединены с выходами регуляторов 18 и 22 по отклонениям частоты или периода повторения рабочих циклов и фазы тока, и формирователь-распределитель 24 управляющих импульсов, входы которого соединены с датчиками 9 положения и выходом сумматора 23, а выход - с управляющим механизмом органа топливоподачи (форсунки или насос-форсунки 8) соответствующего цилиндра модуля.

Поршни 2 и цилиндры 1, по крайней мере, частично могут быть выполнены из магнитных материалов и являться частями магнитопроводов соответственно якоря 4 и статора 6 генератора (см. фиг. 2 и фиг. 3). Магнитными могут быть и их соединительные и установочные детали, например штоки 3.

Два противоположно расположенных цилиндра 1 модуля могут быть объединены в один общий корпус 25, выполненный из чередующихся магнитных 26 и немагнитных 27 участков. Поршни 2 модуля могут быть объединены вместе с якорем 44 в общий двухсторонний поршень-якорь 28. Общий корпус 25 может быть выполнен цилиндрической формы (см. фиг. 3).

В целях уравнивания осевых сил могут применяться удвоенные модули, синхронно работающие в противоположных направлениях.

Общее число единичных или удвоенных модулей равно или кратно числу фаз генерируемого переменного тока.

Двигатель может быть выполнен с генераторами общими для, по меньшей мере, части согласованно действующих модулей.

С выходов 13, 14 и других, не показанных на чертеже, задающего устройства 10 выдаются периодические сигналы, фазы которых соответствуют заданным для других модулей, не показанных на чертеже. Эти фазы в частном случае могут совпадать с фазой, заданной для представленного на чертеже модуля и выдаваемой на выходе 12, но в общем случае они равномерно смещены соответственно заданному числу фаз генерируемого электрического тока и соответствуют заданным для не показанных на чертеже, следующих по заданному порядку работы других модулей.

При больших отклонениях частоты или периода повторения рабочих циклов в цилиндрах в блоке управления 15 действует только канал 16 формирования управляющих воздействий по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов в цилиндрах. В результате работы этого канала согласно реализуемому в регуляторе 18 алгоритму управления по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов в цилиндрах отклонение частоты или периода уменьшается. При малых отклонениях частоты или периода повторения рабочих циклов в цилиндрах начинает действовать и канал 19 формирования управляющих воздействий по отклонению фазы тока, обеспечивающий полное устранение отклонения частоты или периода рабочих циклов в цилиндрах и уменьшение отклонения фазы тока вплоть до полного устранения и этого отклонения согласно реализуемому в регуляторе 21 алгоритму управления по отклонению фазы.

В конечном счете все модули двигателя работают с одинаковой заданной частотой при равномерном чередовании или, если требуется, совпадении фаз вырабатываемого переменного тока.

Особенностью заявленного двигателя является возможность совместной работы всех модулей на режимах максимальной нагрузки и возможность отключения по командам электронных блоков управления части модулей по мере снижения нагрузки для того, чтобы в любых режимах обеспечивалась нагрузка каждого из работающих модулей, близкая к оптимальной.

При этом составные элементы электронного блока управления (задающее устройство,

определитель отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, регулятор по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, определитель отклонения фазы тока, нелинейный элемент, регулятор по отклонению фазы тока, сумматор и формирователь-распределитель управляющих импульсов) могут быть выполнены аналогично описанным в следующих книгах:

Солодовников В. В. и др. Теория автоматического управления техническими системами: - М.: МГТУ, 1993, с. 23-29, 206,

Покровский Г.П. и др. Электронное управление автомобильными двигателями: - М.: Машиностроение, 1994, с. 61-73, 95,

Пинский Ф.И. Основы синтеза микропроцессорных систем управления дизелей: - Коломна, ВЗПИ, 1989, с. 45-54, 69-72.

Основные преимущества предлагаемого свободнопоршневого двигателя с линейным электрическим генератором переменного тока заключаются в следующем:

возможность удовлетворения даже на традиционных топливах экологических требований не хуже EURO - 3 за счет работы модулей на одном скоростном и мощностном режиме при высоком уровне индивидуальной оптимизации рабочего процесса по экономическим и экологическим параметрам в каждом цикле каждого цилиндра и минимизации длительности переходных процессов;

возможность минимизации уровней вибрации, шума и пульсации выпрямленного тока увеличением числа модулей и соответственно числа фаз генерируемого переменного тока;

возможность секционирования двигатель-генератора для оптимального рассредоточения отдельных модулей в несущих конструкциях кузова транспортного средства, например выполнения в виде плоского минимизированного по высоте набора модулей, располагаемого в крыше, что обеспечивает оптимизацию конструкции

транспортного средства по удобству размещения пассажиров или груза, в частности, снижением уровня пола;

возможность минимизации габаритов модулей увеличением их числа в составе двигатель-генератора;

возможность выполнения двигатель-генераторов разной мощности простым изменением числа стандартизованных модулей;

возможность регулирования генерируемой мощности изменением числа работающих модулей; расход масла на порядок меньше, чем у обычных дизель-генераторов;

уменьшенный расход электроэнергии на запуск путем запуска только первого модуля от внешнего источника электроэнергии;

более простая унифицируемая технология изготовления;

повышенная живучесть и надежность энергоустановки при любых аварийных отказах любой части модулей, вплоть до обеспечения движения транспортного средства на единственном сохранившем работоспособность модуле.

Все оригинальные конструктивные и алгоритмические решения, предлагаемые в заявленном двигателе, экспериментально проверены в опытных или макетных образцах.

Заявленный двигатель может быть применен на транспортных средствах с электропередачами и в качестве стационарного двигатель-генератора.

Формула изобретения

1. Свободнопоршневой двигатель внутреннего сгорания с линейным электрическим генератором переменного тока, содержащий, по меньшей мере, один автономно работающий модуль, включающий в себя два оппозитно расположенных цилиндра, в которых размещены поршни, жестко связанные между собой и якорем генератора, статор генератора с обмотками возбуждения, силовыми обмотками генерируемого тока, магнитопроводом и электронный блок управления с датчиками положения поршней и якоря генератора, отличающийся тем, что двигатель выполнен с возможностью совместной работы нескольких автономных модулей на режимах, близких к оптимальной нагрузке, и с возможностью управления числом работающих модулей по командам электронных блоков

управления на частичных нагрузках, двигатель содержит задающее устройство, имеющее первый выход, выдающий периодические сигналы, соответствующие заданной частоте или периоду повторения рабочих циклов в цилиндрах, по меньшей мере, для одного модуля, и вторые выходы, выдающие периодические сигналы, соответствующие заданной фазе генерируемого электрического тока для одного модуля, каждый электронный блок

5 управления содержит канал формирования управляющего воздействия по отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, включающий в себя определитель отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, входы которого соединены с первым выходом задающего устройства и выходами датчиков положения, и регулятор по

10 отклонению частоты или периода повторения рабочих циклов, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого связан с выходом определителя отклонения частоты или периода повторения рабочих циклов, и канал формирования управляющего воздействия по отклонению фазы тока, включающий в себя

15 определитель отклонения фазы тока, входы которого соединены со вторым выходом задающего устройства и выходами датчиков положения, нелинейный элемент с коэффициентом передачи, увеличивающимся с уменьшением отклонений частоты или периода повторения рабочих циклов, один вход которого соединен с выходом определителя отклонения фазы тока, а второй - с выходом определителя отклонения

20 частоты или периода повторения рабочих циклов, и регулятор по отклонению фазы тока, устанавливающий сигнал, определяющий величину подачи топлива, необходимую для поддержания заданной фазы тока при поддержании заданной частоты или периода повторения рабочих циклов, вход которого соединен с выходом нелинейного элемента, причем в каждом электронном блоке управления выполнен сумматор, входы которого

25 соединены с выходами регуляторов по отклонениям частоты или периода повторения рабочих циклов и фазы тока, и формирователь-распределитель управляющих импульсов, входы которого соединены с датчиками положения и выходом сумматора, а выход - с управляющими механизмами органов топливоподачи в цилиндры.

2. Двигатель по п.1, отличающийся тем, что сумматор снабжен дополнительными

30 входами, на которые с возможностью улучшения качества управления подаются сигналы от электронных блоков управления других агрегатов, совместно с которыми работает двигатель.

3. Двигатель по пп.1 и 2, отличающийся тем, что поршни и цилиндры, по крайней мере частично, выполнены из магнитных материалов и являются частями магнитопровода

35 генератора.

4. Двигатель по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что два оппозитно расположенных цилиндра модуля объединены в один общий корпус, выполненный из чередующихся магнитных и немагнитных участков, а поршни модуля объединены в общий двусторонний поршень-якорь.

40 5. Двигатель по п.4, отличающийся тем, что общий корпус выполнен цилиндрической формы.

6. Двигатель по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что двигатель выполнен с генераторами, общими для, по меньшей мере части, согласованно действующих модулей.

45

50

