



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013109292/06, 01.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.03.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.03.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.09.2014 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 10.11.2014 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ГОЛУБ Е.С., МАДОРСКИЙ Е.З., РОЗЕНБЕРГ Г.Ш.
ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СУДОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ: СПРАВОЧНИК. - М.: ТРАНСПОРТ, 1993, СТР.106 " 107. RU 2451276 С1, 20.05.2012. RU 2078324 С1, 27.04.1997. US 20030188714 А1, 09.10.2003. US 6786200 В2, 07.09.2004

Адрес для переписки:

197183, Санкт-Петербург, ул. Савушкина, 20, кв.
3, Рыбакову Михаилу Григорьевичу

(72) Автор(ы):

Рыбаков Михаил Григорьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

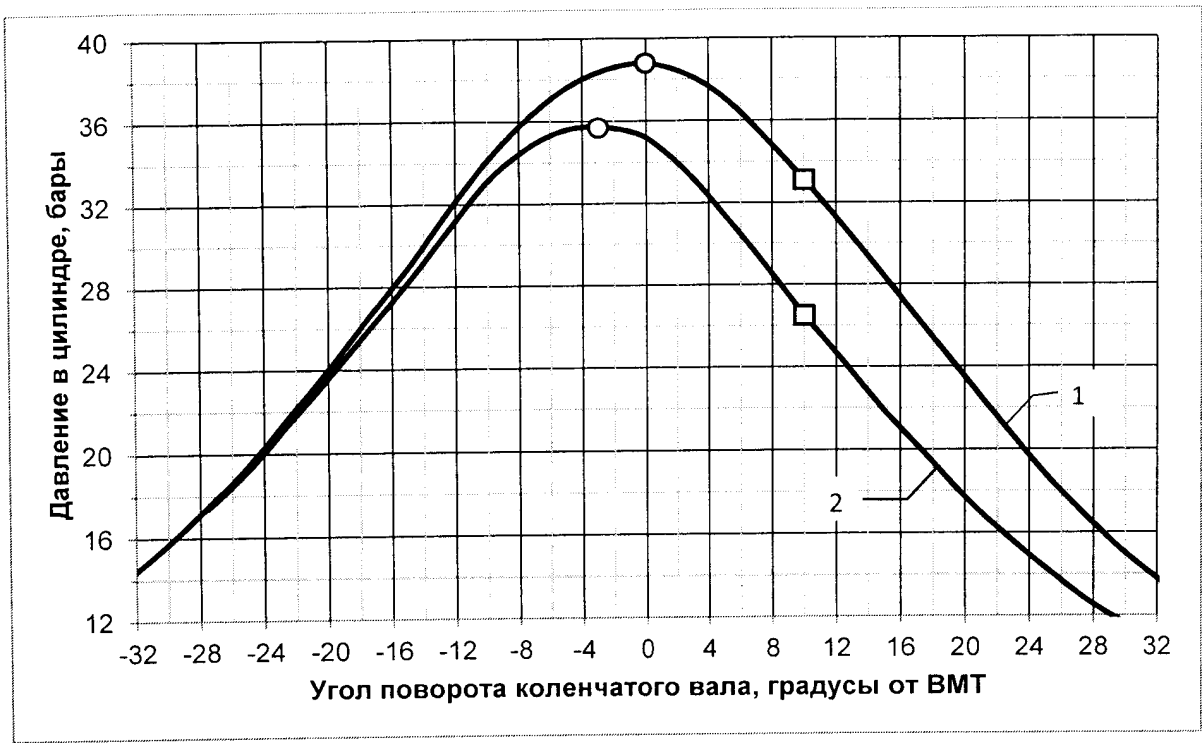
Рыбаков Михаил Григорьевич (RU)

(54) СПОСОБ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОРШНЕВОГО УПЛОТНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ПО ИНДИКАТОРНОЙ ДИАГРАММЕ

(57) Реферат:

Способ может применяться при эксплуатации ДВС с устройствами для записи индикаторных диаграмм. Для диагностирования поршневого уплотнения записывают индикаторную диаграмму в цилиндре на назначенном режиме работы двигателя. Запись выполняют при отключенной подаче топлива в диагностируемый цилиндр. На диаграмме измеряют давление в заданной точке на линии расширения. Измеренное значение используют для диагностирования. Технический результат заключается в существенном повышении

точности диагноза. Повышение достигается за счет оптимального выбора места расположения точки замера. Оптимальным является выбор точки на ограниченном участке линии расширения. Границы участка - от 5 до 15 градусов поворота коленчатого вала от верхней мертвой точки. На данном участке давление в цилиндре в наибольшей степени реагирует на изменение технического состояния поршневого уплотнения. Технический результат заключается в повышении точности диагностирования дефекта. 1 з.п. ф-лы, 1 табл., 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G01M 15/08 (2006.01)
G01M 15/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013109292/06, 01.03.2013

(24) Effective date for property rights:
01.03.2013

Priority:

(22) Date of filing: 01.03.2013

(43) Application published: 10.09.2014 Bull. № 25

(45) Date of publication: 10.11.2014 Bull. № 31

Mail address:

197183, Sankt-Peterburg, ul. Savushkina, 20, kv. 3,
Rybakovu Mikhailu Grigor'evichu

(72) Inventor(s):

Rybakov Mikhail Grigor'evich (RU)

(73) Proprietor(s):

Rybakov Mikhail Grigor'evich (RU)

(54) **DIAGNOSTICS METHOD OF PISTON PACKING OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE AS PER INDICATOR DIAGRAM**

(57) Abstract:

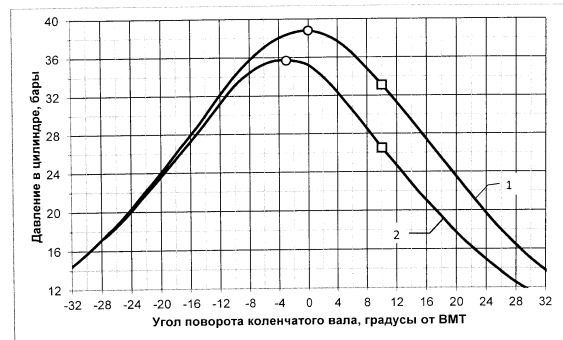
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: method can be applied at operation of ICE with indicator diagram recording devices. In order to perform diagnostics of a piston packing, an indicator diagram is recorded in a cylinder in the specified operating mode of the engine. Recording is performed at switched-off fuel feed to the cylinder being diagnosed. Pressure is measured in the diagram at the specified point in an expansion line. The measured value is used for diagnostics. Technical result consists in sufficient improvement of diagnose accuracy. Improvement is achieved due to optimum selection of a location of a measurement point. Selection of the point in a limited section of the expansion line is optimum. Section boundaries - 5 to 15 degrees of turn of a crank shaft from an upper dead point. Pressure in the cylinder

in this section mostly responds to the change in technical state of the piston packing.

EFFECT: improvement of defect diagnostics accuracy.

2 cl, 1 tbl, 1 dwg



RU 2 532 825 C2

RU 2 532 825 C2

Изобретение относится к области испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и может быть использовано для диагностирования поршневых уплотнений ДВС при их эксплуатации.

Известны способы диагностирования ДВС с использованием индикаторной диаграммы (патенты RU 2246103 C1, 10.02.2005 и RU 2451276 C1, 22.02.2011). Однако эти способы относятся к двигателю в целом и не углубляются до уровня узлов двигателя, в частности до диагностирования поршневых уплотнений.

Известен способ диагностирования поршневых уплотнений ДВС, осуществляемый на работающем двигателе при отключении подачи топлива в диагностируемый цилиндр, - компрессионный способ (Голуб Е.С., Мадорский Е.З., Розенберг Г.Ш.

Диагностирование судовых технических средств: Справочник. - М.: Транспорт, 1993. - 150 с., стр.106 - 107). Суть его заключается в том, что изменение технического состояния поршневого уплотнения определяют по изменению диагностического параметра от его эталонного значения, соответствующего новому уплотнению, до предельного значения, соответствующего неисправному уплотнению. В качестве диагностического параметра используют отношение абсолютных давлений p_2/p_1 . Здесь p_1 - давление воздуха на входе в двигатель без наддува или давление в ресивере наддувочного воздуха двигателя с наддувом на режиме диагностирования, p_2 - давление, измеренное в заданной точке процесса, происходящего в надпоршневом объеме на назначенном режиме диагностирования двигателя при выключенной подаче топлива в диагностируемый цилиндр. Заданной является точка, расположенная на линии сжатия, в которой давление достигает своего максимального значения. Давление p_2 измеряют по индикаторной диаграмме или с помощью максиметра. Компрессионным способом выявляют наличие значительных дефектов поршневого уплотнения (например, залегание и поломку нескольких колец). Однако использование его в современной системе технического обслуживания и ремонта, подразумевающей выявление дефектов, контроль их развития и своевременное устранение, не всегда дает положительный эффект. Причиной этого является недостаток компрессионного способа - низкая точность диагноза, обусловленная его слабой чувствительностью к изменению технического состояния уплотнения.

Задачей изобретения является создание способа диагностирования поршневого уплотнения ДВС по индикаторной диаграмме с чувствительностью, обеспечивающей выявление дефектов и контроль их развития для своевременного устранения при достижении допустимого предела.

Задача решается следующим образом. Прототипом выбран компрессионный способ. В заявляемом способе, как и в прототипе, изменение технического состояния поршневого уплотнения контролируют по изменению диагностического параметра от его эталонного значения, соответствующего новому уплотнению, до предельного значения, соответствующего неисправному уплотнению. В качестве диагностического параметра используют отношение абсолютных давлений p_2/p_1 . Здесь p_1 - давление воздуха на входе в двигатель без наддува или давление в ресивере наддувочного воздуха двигателя с наддувом на режиме диагностирования, p_2 - давление, измеренное по индикаторной диаграмме в заданной точке процесса, происходящего в надпоршневом объеме на назначенном режиме диагностирования двигателя при отключенной подаче топлива в диагностируемый цилиндр. Отличие заявляемого способа от прототипа состоит в том, что точку, в которой измеряют давление p_2 , задают на линии расширения не менее чем в одном и не более чем в двадцати пяти градусах поворота коленчатого вала от

верхней мертвой точки (ВМТ). При этом наилучший технический результат получают, задавая точку измерения давления p_2 на линии расширения не менее чем в пяти и не более чем в пятнадцати градусах поворота коленчатого вала от ВМТ.

Технический результат заключается в повышении точности диагноза до уровня, позволяющего выявлять дефекты уплотнения и контролировать их развитие для своевременного устранения при достижении допустимого предела. Результат достигается за счет того, что диагностический параметр измеряют на том участке индикаторной диаграммы, который в наибольшей степени реагирует на изменение технического состояния поршневого уплотнения.

Обоснованность выбранного технического решения поясняется описанием физического процесса, происходящего в поршневом уплотнении на тактах сжатия - расширения при нахождении поршня в районе ВМТ. Процесс, о котором идет речь, - обмен массой воздушного заряда, происходящий между надпоршневым объемом и примыкающими к нему объемами камер поршневого уплотнения (далее - массообмен).

Упоминание о массообмене есть в литературе (Семенов В.С., Трофимов П.С. Долговечность цилиндро-поршневой группы судовых дизелей. М.: Транспорт, 1969. - 216 с., стр.33 - 38). Закономерности массообмена, учитываемые в заявленном способе, изложены ниже. Массообмен включает в себя два этапа. Первый этап - перетекание

массы заряда воздуха из надпоршневого объема в поршневое уплотнение. Он имеет место на ходе сжатия, когда давление над поршнем растет быстрее, чем в уплотнении, и на начальной части хода расширения, пока давление над поршнем выше, чем в уплотнении. Первый этап заканчивается при выравнивании давлений над поршнем и под верхним работающим кольцом. Выравнивание происходит при расширении на

участке от пяти до пятнадцати градусов поворота вала от ВМТ. В конце первого этапа масса воздушного заряда в надпоршневом объеме минимальна. Второй этап - возврат массы из уплотнения в надпоршневой объем. Возврат начинается с того момента, когда давление над поршнем становится ниже давления в уплотнении, активно происходит в верхней части хода и продолжается до открытия выпускных органов. Изменение

массы в надпоршневом объеме вызывает пропорциональное изменение давления в этом объеме, фиксируемое индикаторной диаграммой. Наиболее существенное изменение давления, вызванное массообменом, происходит на такте расширения от его начала до 25 градуса поворота вала от ВМТ, причем максимум изменения располагается в

районе 5-15 градусов от ВМТ. Интенсивность массообмена зависит от состояния поршневого уплотнения. Износ втулки, поршневых колец, поршневых канавок, залегание и поломка колец увеличивают объем камер поршневого уплотнения и площадь проходов между ними и надпоршневым объемом. Рост объема и площади проходов увеличивают массообмен и уменьшают давление на упомянутом выше участке индикаторной диаграммы. Величина давления на данном участке используется для

оценки состояния уплотнения в заявляемом способе. Заявляемый способ осуществляют следующим образом. У двигателя, работающего на назначенном диагностическом режиме, например на режиме холостого хода, определяют давление p_1 - давление воздуха на входе в двигатель без наддува или давление в ресивере наддувочного воздуха двигателя с наддувом, используя в первом случае барометр, во втором случае - барометр

и штатный манометр на ресивере. Отключают подачу топлива в диагностируемый цилиндр. В диагностируемом цилиндре записывают индикаторную диаграмму, развернутую по углу вращения коленчатого вала, любым предназначенным для такой записи индикатором. На диаграмме измеряют давление в заданной точке поворота коленчатого вала. Измеренное давление используют для вычисления диагностического

параметра p_2/p_1 . Полученное значение диагностического параметра сравнивают с эталонным и предельным. По результату сравнения определяют текущее состояние поршневого уплотнения и его остаточный ресурс. На чертеже представлены фрагменты двух индикаторных диаграмм, записанных при выключенной подаче топлива на назначенном режиме диагностирования, в данном случае - на холостом ходу. На чертеже обозначено:

1 - диаграмма, полученная в цилиндре с новым комплектом деталей цилиндропоршневой группы (втулкой, поршнем, поршневыми кольцами) и соответствующая эталонному состоянию поршневого уплотнения;

2 - диаграмма, полученная в цилиндре с предельно изношенным комплектом деталей цилиндропоршневой группы и соответствующая предельному состоянию поршневого уплотнения.

Круглыми маркерами на диаграммах обозначены точки, в которых измеряют давление p_2 по способу, описанному в прототипе. Квадратными маркерами обозначены точки, в которых измеряют давление p_2 по заявляемому способу.

В таблице представлены значения давления p_2 , измеренные в отмеченных маркерами точках, и значения диагностического параметра, рассчитанные при давлении наддува, измеренном на режиме диагностирования ($p_1=114$ кПа или 1,14 бара). Из таблицы видно, что изменение технического состояния поршневого уплотнения от эталонного до предельного вызывает уменьшение значения диагностического параметра. При измерениях и расчетах по способу, применяемому в прототипе, уменьшение составляет 7,9%. При измерениях и расчетах по заявляемому способу уменьшение составляет 20%. Сравнение показывает повышение чувствительности заявляемого способа примерно в 2,5 раза.

Таблица			
Диаграмма	Параметр	Значение параметра	
		Прототип	Заявляемый способ
Диаграмма эталонного состояния	Координата заданной точки, градусы поворота вала от ВМТ	0	10
	Давление в заданной точке p_2 , бары	38,8	33,1
	Диагностический параметр, p_2/p_1	38,8/1,14=34	33,1/1,14=29
Диаграмма предельного состояния	Координата заданной точки, градусы поворота вала от ВМТ	-3	10
	Давление в заданной точке p_2 , бары	35,7	26,5
	Диагностический параметр, p_2/p_1	35,7/1,14=31,3	26,5/1,14=23,2
Результаты сравнения диаграмм	Изменение диагностического параметра относительно эталона, %	-7,9	-20

Полезность заявляемого способа состоит в следующем. Часть судовых, тепловозных, промышленных ДВС оборудована стационарными устройствами, предназначенными для записи индикаторных диаграмм, или обслуживается переносными устройствами, предназначенными для той же цели. С помощью упомянутых устройств периодически записывают и обрабатывают индикаторные диаграммы. Результаты обработки используют для определения мощности двигателя, проверок его регулировки и диагностирования состояния топливной аппаратуры. Применение заявляемого способа при обработке индикаторных диаграмм позволяет без существенных затрат дополнительно к обычной информации, извлекаемой из диаграмм, получать качественный диагноз состояния поршневых уплотнений, на основе которого можно осуществлять их своевременный ремонт.

Формула изобретения

1. Способ диагностирования поршневого уплотнения двигателя внутреннего сгорания по индикаторной диаграмме, заключающийся в том, что изменение технического состояния поршневого уплотнения определяют по изменению диагностического параметра от его эталонного значения, соответствующего новому уплотнению, до предельного значения, соответствующего неисправному уплотнению, в качестве диагностического параметра используют отношение абсолютных давлений p_2/p_1 , где p_1 - давление воздуха на входе в двигатель без наддува или давление в ресивере наддувочного воздуха двигателя с наддувом на режиме диагностирования, p_2 - давление, измеренное по индикаторной диаграмме в заданной точке процесса, происходящего в надпоршневом объеме на назначенном режиме диагностирования двигателя при отключенной подаче топлива в диагностируемый цилиндр, отличающийся тем, что точку измерения давления p_2 задают на линии расширения не менее чем в одном и не более чем в двадцати пяти градусах поворота коленчатого вала от верхней мертвой точки.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что точку измерения давления p_2 задают на линии расширения не менее чем в пяти и не более чем в пятнадцати градусах поворота коленчатого вала от верхней мертвой точки.

25

30

35

40

45