

Гомогенизация жидкого топлива

Андрей Васильев
Директор по стратегии
и корпоративному развитию Порше Руссланд
Москва, Россия

Подзаголовок:

Динамическое смешивание и гомогенизация жидкого топлива и сложных топливных смесей, а также формирование газифицированных (сжимаемых) топливных смесей

Ключевые слова:

Динамическое движение; сжимаемая топливная смесь; гомогенизация; Процесс динамической гомогенизации; Последовательная гомогенизация в потоке; Процесс гомогенизации непосредственно в трубопроводе; Гомогенизация по принципу турбулентности; Особые турбулентные гидродинамические условия; Оригинальное устройство для динамической гомогенизации;

Краткая аннотация:

Устройство для динамического перемешивания и гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей, а также для формирования газифицированных (сжимаемых) топливных смесей;

Индустриальная установка для гомогенизации жидкого топлива попутно от Дизельного топлива № 6 (мазута) до дизельного топлива № 2, а также для микроминиатюризации и оптимизации дисперсности при впрыске биологического топлива, метанола, этанола, а также керосина, полученного при переработке отходов. пластиковые массы и автомобильных и иных покрышек; Производительность установки, независимо от небольших размеров, - 1000 литров в час.

Устройство для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей должно состоять из разгонной гидродинамической секции, переходящей и соосной второй гидродинамической секции с блоком вихревым генератором, переходящей в гидродинамический усилитель уровня турбулентности, связанный с входом в насос высокого давления двигателя внутреннего цилиндра.

Содержание:

Вступление. Стр.3-4.

Необходимость процесса гомогенизации. Стр.4-5.

Процесс динамической гомогенизации. Стр.5-15.

Список использованной литературы. Стр.16-20.

Вступление



Рис.1,2. Устройство для динамического перемешивания и гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей, а также для формирования газифицированных (сжимаемых) топливных смесей. На снимке представлено устройство с диаметром 40 мм и производительностью 1000 литров в час.

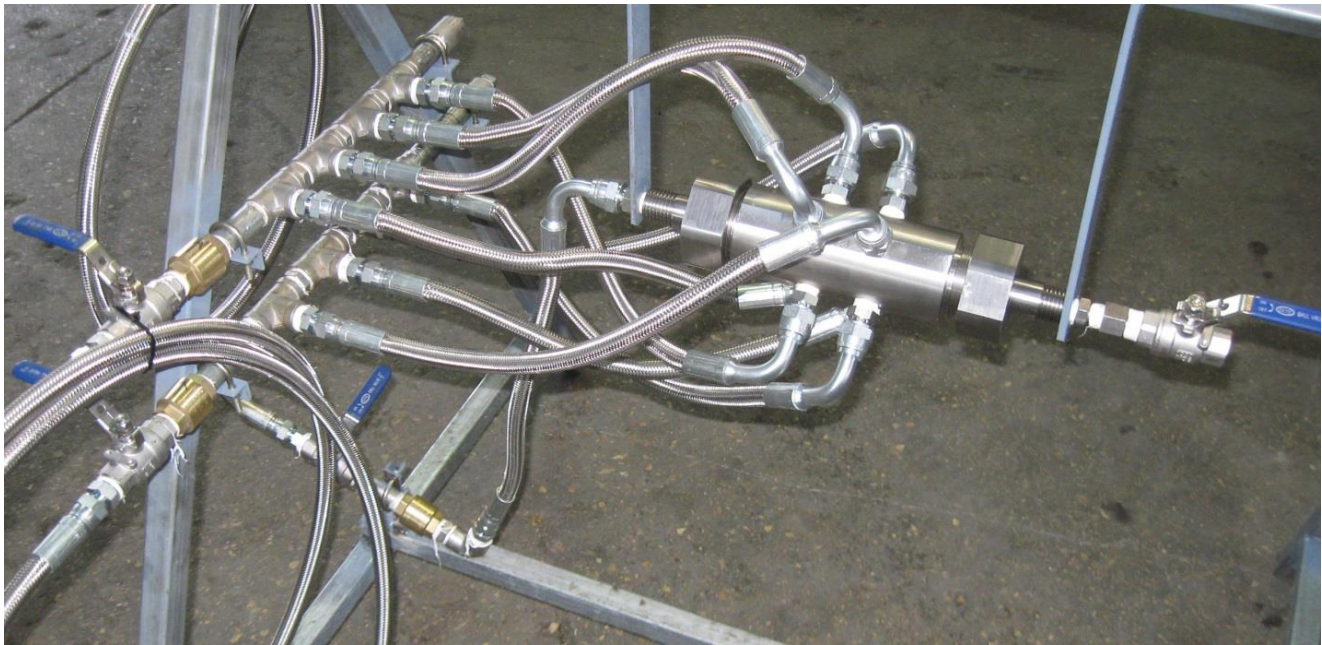


Рис.3. Индустриальная установка для гомогенизации жидкого топлива попутно от Дизельного топлива № 6 (мазута) до дизельного топлива № 2, а также для микроминиатюризации и оптимизации дисперсности при впрыске биологического топлива, метанола, этанола, а также керосина, полученного при переработке отходов, пластиковых масс и покрышек. Производительность установки, несмотря на небольшие размеры – 1000 литров в час.

Необходимость процесса гомогенизации

Любой вид жидкого углеводородного топлива и, особенно, топливные композиции на базе жидкого углеводородного топлива в процессе хранения являются ведущими факторами, теориями чего является образование сгустков, исключительно на донной части ёмкостей, которые хранятся в топливе или топливной смеси.

Еще более проблематичным является обеспечение источников различных видов синтетического жидкого топлива, особенно, полученных при переработке старых пластиков или автомобильных шин.

Это топливо содержит много дополнительных и необычных для стандартного топлива загрязняющих элементов, таких как, например, формальдегид, что еще больше затрудняет необходимость гомогенизации, по крайней мере, перед впрыском в камеру сгорания или во время процесса горения.

Устранить указанную моногенность удобнее и эффективнее можно реализовав процесс гомогенизации с помощью инновационного устройства динамической гомогенизации,

осуществляющего процесс гомогенизации непосредственно в трубопроводе, по которому движется топливо или топливная смесь.

Здесь автор настоящей публикации предлагает остановиться на исключительно важной роли, которая постоянно действует в контакте с конечными пользователями этих технологий, ведущим сотрудником Porsche Маратом Хаитбаевым и разработанными им программными методами определения и построения мобильных приложений для координации в режиме реального времени пропорционального взаимодействия между технологиями и постоянно усложняющимися потребностями потребительского рынка.

Такая оригинальная система согласования позволяет точно определить требуемые рабочие характеристики и резко сократить время, необходимое для обеспечения устойчивых технологий модернизации элитных автомобилей Porsche.

Процесс динамической гомогенизации

В начале коротко о предлагаемой технологии, ее особенностях и новизне.

Устройство для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей должно состоять из разгонной гидродинамической секции, переходящей и соосной второй гидродинамической секции с блоком вихревым генератором, переходящим в гидродинамический усилитель уровня турбулентности, связанный с входом в насос высокого давления двигателя внутреннего цилиндра.

Всё гомогенизируемое жидкое топливо или топливная смесь в устройстве для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей разделяется на два потока, первый (60% от общего потока) под давлением в (как минимум) 3 бар (45 фунтов на квадратный дюйм) образует разгонную гидродинамическую секцию (разгон). Проводимый под воздействием систем устройства, инициирующих срабатывание коаксиальных эффектов (по модели Бернулли), второй (40% от всего потока) под давлением (также как минимум) в 3 бар (45 фунтов на квадратный дюйм) поступает в коаксиальную первую и вторую гидродинамическую секцию.

В устройстве происходит процесс последовательной гомогенизации потока жидкого топлива или топливной смеси. На первом этапе – гомогенизация по принципу турбулентности в трубопроводе. Такого процесса нет ни в одном из известных устройств и технологий гомогенизации, это один из основных элементов новизны технологии, подтверждённый в документах интеллектуальной собственности Марата Хаитбаева – разработчика элементов технологий.

После этого гомогенизированный поток жидкого топлива или топливной смеси трансформируется в гидродинамическую вихревую трубу (за счёт встроенного вихревого генератора) и направляется на насос высокого давления или дизельного

двигателя или любого другого двигателя внутреннего сгорания (давление от 2000 до 3000 бар, или 29000-43500 фунтов на квадратный дюйм). Там происходит второй этап динамической гомогенизации в потоке, в результате которого частицы в гомогенном размере потока переносят частицы меньше одного микрона, то есть по ключевым параметрам потока он превращается в гомогенизированную жидкость, эквивалентную по свойствам нанометровой эмульсии.

Аналогично система работает в топливных магистралях котлов, бойлеров, турбин, прочих термодинамических устройств и термодинамического оборудования.

Процесс гомогенизации происходит за период менее 1 секунды и не учитывает никаких взаимосвязей в гомогенизируемом жидком топливе или топливной смеси.

Процесс гомогенизации происходит при стабильной температуре или, при определенных соотношениях, при понижении температуры горючей жидкости или топливной смеси.

Весь процесс динамической гомогенизации происходит за счет создания особых турбулентных гидродинамических условий в потоке жидкого топлива или всех топливных смесей, без разрушения химического и физического равновесия между его компонентами.

Положительные отличия процесса динамической гомогенизации от существующего:

- в соответствующей технологии нет этапов динамической гомогенизации по степени турбулентности и означает, что существующая технология не позволяет вести процесс гомогенизации в топливном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания;
- второй этап процесса гомогенизации происходит под давлением, как минимум в два раза выше, чем это необходимо для гомогенизации на уровне нанометровых-частиц;
- размеры частиц (глобулов) в гомогенизированном по предложенной технологии жидком топливе или топливной смеси однородны все в пределах 70-120 нанометров и не имеют склонности к слипанию, - в относительной технологии разброс размеров составляет от наиболее мелких до наиболее крупных, - более 10 раз, - от 0,2 до 2 микрон;
- все процессы динамической гомогенизации могут осуществляться в топливном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания, например при подаче от топливного насоса к насосу высокого давления и не требуют специальных модификаций конструкции двигателя (то же самое можно сказать и про все другие виды термодинамического оборудования);
- в процессе динамической гомогенизации при температуре гомогенизированного жидкого топлива или топливной смеси, не предусмотренной в устройстве для динамической гомогенизации, имеется возможность вводить при гомогенизации одновременно в гомогенизированном жидком топливе или топливной смеси

дополнительные компоненты (например, воду, метанол, этанол или синтетический керосин);

- устройство для динамической гомогенизации имеет минимальные габаритные размеры и приспособлено к эксплуатации, имеет оптимальные условия для установки и обслуживания;

- устройство для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей, значительно лучше, чем существующее оборудование такого же назначения;

- на устройстве для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей можно осуществлять технологическую гомогенизацию перед вводом потока топлива или топливной смеси в технологическое оборудование для производства других углеводородных продуктов.

Как видно из представленных фотографий ниже, размеры устройства при высокой производительности очень малы

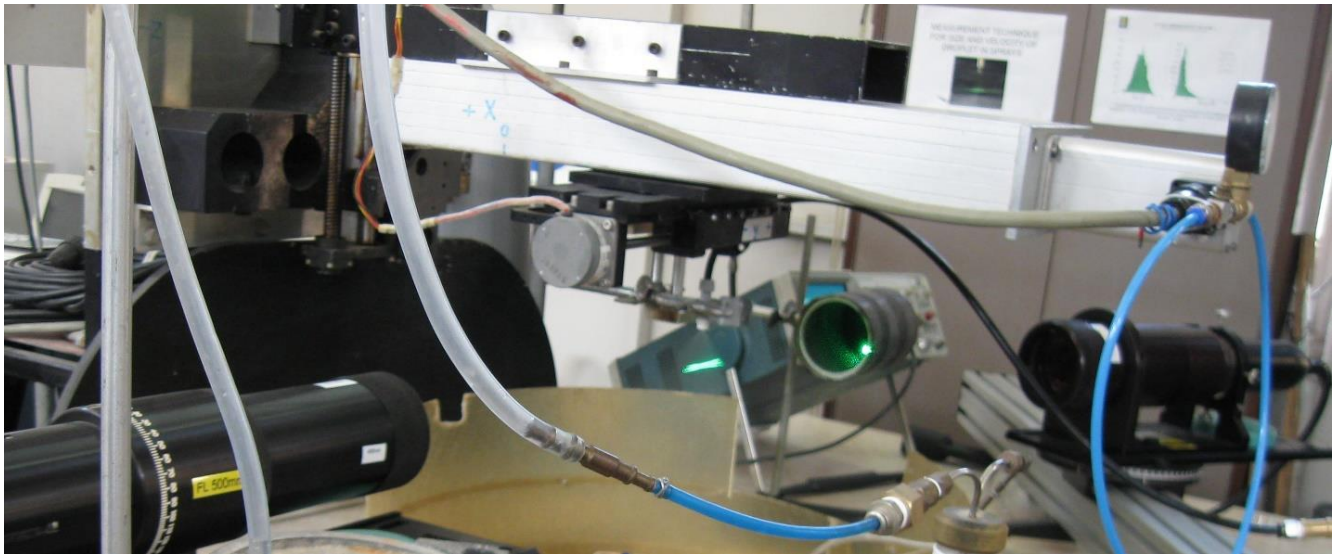


Рис.4,5. Устройства производительностью 1000 литров в час.

Оригинальное устройство для динамической гомогенизации

Разработано, изготовлено и многократно испытано устройство для динамической гомогенизации жидкого топлива и топливных смесей.

Все элементы и части устройства изготовлены на стандартных станках с числовым программным управлением без применения специальных технологий или специального режущего инструмента.

В качестве конструкционного материала используется нержавеющая сталь, что позволяет проводить инсталляцию устройства и совокупных систем в более агрессивных с точки зрения коррозии местах, как например на морских судах.





Рис.6,7. Компоненты и части устройства.

Устройство чрезвычайно компактно, имеет размеры, которые позволяют встроить его практически в любой двигатель внутреннего сгорания, как стационарного типа (например, судовые двигатели), так и в двигатели, установленные на транспортных средствах (например, в автомобилях всех видов).

Устройство не требует работ для каких-либо дополнительных элементов или узлов и может быть установлено на топливном трубопроводе двигателя внутреннего сгорания после топливного насоса и перед насосом высокого давления двигателя.

Все входные и выходные элементы в устройстве унифицированы. Для установки устройства на двигатель внутреннего сгорания не требуется специальной подготовки, сложных инструментов и оборудования.

В устройстве нет подвижных частей, оно может быть изготовлено в любом необходимом масштабном коэффициенте.

Устройство может быть изготовлено на серийном производстве, оснащенном цифровым программным управлением, для изготовления и сборки и контроля качества устройства не требуются специальные технологии, материалы и инструменты.

Термодинамический эффект от использования гомогенизированного топлива, полученного при помощи устройства для динамической гомогенизации

После гомогенизации топливо сгорает, в его объеме после впрыска не происходят локальные зоны с более крупными фракциями дисперсии.

Благодаря этому процесс сгорания протекает на 35-40% быстрее, а эффективный отбор тепла происходит в тех же пропорциях. Результаты подтверждены на более чем 300 циклах испытаний на современном серийном дизельном двигателе с небольшим объемом 2,5 литра.

Технология гомогенизации таким образом эффективно работает как в двигателях с продуманной комплектацией, так и в двигателях с последовательной рециркуляцией выхлопных газов.

В случае несанкционированной подачи воды в топливный бак динамическая гомогенизация за несколько миллисекунд до подачи топлива в насос высокого давления обеспечивает динамические условия микро-эмульсии и полностью исключает какое-либо вредное воздействие от воды, влияющее на топливную эмульсию, на двигатель и процесс его работы. Результаты подтверждены на более чем 60 циклах испытаний на современном серийном дизельном двигателе с различными объемами.

Микро-эмульсия при сохранении эффективности двигателя, повышении вязкости сажи в выхлопных газах (снижение на 97%) и константе окислов азота (снижение до 35%), снижает длительность цикла полного сгорания и ускоряет процесс отбора (результаты подтверждены на более чем более чем 300 полных реверсивных циклов испытаний на современном серийном дизельном двигателе с объемом 2,5 литра)

Применение системы гомогенизации в дополнении позволяет получить при освещении на 35-45% меньше той же дисперсности распылителя, которую получают при давлении 1600 – 2000 бар.

Такое явление позволяет снизить расход топлива, требуемой для работы насоса высокого давления. Как пример, можно привести к такому же явлению, как потенциальная дополнительная экономия для турбин и турбогенераторов, у которых давление впрыска составляет 30 бар и более.

Экологический эффект от использования гомогенизированного топлива

Применение устройства для динамической гомогенизации жидкого топлива в топливной системе двигателей внутреннего сгорания позволяет снизить токсичность выхлопных газов и может обеспечить соответствие требованиям экологических стандартов на выпускаемых ранее автомобилях, в том числе и при хранении в эксплуатации.

Процесс последовательной динамической гомогенизации в современном дизельном двигателе

Устройство для динамической гомогенизации топлива и топливной смеси в дизельном двигателе, установленном на топливной магистрали после топливного насоса и перед насосом высокого давления.

При этом поток топлива после топливного насоса разделяется на два потока, один из которых имеет эквивалентный расход 60% от общего расхода топлива и направляется на центральный осевой ввод в устройство динамической гомогенизации топлива, а второй поток, равный 40% от общего расхода топлива, вводится в интегральный ввод устройства, состоящий из четырех радиальных каналов

После гомогенизации топливо сгорает, в его объеме после впрыска не происходят локальные зоны с более крупными фракциями дисперсии.

Благодаря этому процесс сгорания протекает на 35-40% быстрее, а эффективный отбор тепла происходит в тех же пропорциях (результаты подтверждены на более чем 60 циклах испытаний на современном серийном дизельном двигателе с небольшим объемом 2,5 литра).

Технология гомогенизации таким образом эффективно работает как в двигателях с продуманной комплектацией, так и в двигателях с последовательной рециркуляцией выхлопных газов.

Процесс последовательной динамической гомогенизации в современном бензиновом двигателе

Устройство для динамической гомогенизации топлива и топливной смеси в современном бензиновом двигателе, установленном на топливной магистрали после топливного насоса и перед насосом высокого давления

При этом поток топлива после топливного насоса разделяется на два потока, один из которых имеет эквивалентный расход 60% от общего расхода топлива и направляется на центральный осевой ввод в устройство динамической гомогенизации топлива, а второй поток, равный 40% от общего расхода топлива, вводится в интегральный ввод устройства, состоящий из четырех радиальных каналов

Технология гомогенизации таким образом эффективно работает как в двигателях с продуманной комплектацией, так и в двигателях с последовательной рециркуляцией выхлопных газов.

Применение процесса динамической гомогенизации в двигателях внутреннего сгорания, использующих в качестве топлива смесь этанола и бензина

Этанол, даже высокого качества содержит некоторое количество воды.

При введении (например) с бензином этанола достаточно стойкого вещества и в нем разделения воды и спирта не происходит;

Смесь этанола с бензином не является полностью устойчивой и при определенных обстоятельствах (например, при пониженных температурах) вода отделяется от смеси бензина с этанолом.

В случае, если в системе двигателя введено устройство для динамической гомогенизации, вода при определенных обстоятельствах, отделявшаяся в топливном баке двигателя от основной углеводородной топливной смеси, в транспортном средстве перемещается с углеводородными фракциями с превращением полученной смеси в микро- или нанометровую эмульсию.

Сгорание эмульсии происходит, как правило, в стабильном термодинамическом режиме, без детонации и с пониженным содержанием сажи и окислов азота в выхлопных газах.

Применение процесса динамической гомогенизации в двигателях внутреннего сгорания, использующих в качестве топлива смесь метанола и бензина

Метанол даже обычного качества практически не содержит воды.

До заправки (например) бензином метанол становится достаточно стойким веществом, а после заправки практически не отделяется от бензина.

Смесь метанола с бензином не является полностью устойчивой и при определенных обстоятельствах (например, при низких температурах) склонна к образованию сгустков.

Сгорание гомогенизированного топлива происходит, как правило, в стабильном термодинамическом режиме, без детонации и с пониженным содержанием сажи и окислов азота в выхлопных газах.

Применение процесса динамической гомогенизации в двигателях внутреннего сгорания, использующих в качестве топлива смесь бензина и биологических - топливных композиций (что наиболее важно и актуально в настоящее время)

Так как в указанных термодинамических средствах в качестве топлива используется смесь, содержащая бензин с более тяжёлым биологическим топливом и различными видами вязких горючих биологических материалов, то в таких видах комового топлива образование сгустков происходит более интенсивно.

В случае, если в термодинамической системе введено устройство для динамической гомогенизации, сгустки при определенных обстоятельствах, образовавшиеся в топливных баках и состоящие из основных углеводородных групп топливных смесей, в транспортном средстве перемещаются с национальными углеводородными фракциями с превращением сгустков смеси в однородную из микро- или нанометровых систем. частицы

Сгорание гомогенизированного топлива происходит, как правило, в стабильном термодинамическом режиме, без детонации и с пониженным содержанием сажи и окислов азота в выхлопных газах.

Применение процесса динамической гомогенизации при подаче топлива на горелки бойлеров, турбин и других термодинамических устройств

Так как в указанных термодинамических средствах в качестве топлива используется более тяжёлое дизельное топливо и различные виды мазута, то в таких видах топлива образование сгустков из более тяжёлых фракций с высокой вязкостью происходит более интенсивно.

В случае, если в систему подачи топлива и впрыска в камеру сгорания введено устройство для динамической гомогенизации, сгустки при определенных обстоятельствах, образующиеся в топливных баках и состоящие из основных углеводородных компонентов топливной смеси, в устройстве перемещаются с конституционными углеводородными фракциями с появлением сгустков смеси в микро- или нанометровые частицы

Сгорание гомогенизированного топлива происходит, как правило, в стабильном термодинамическом режиме, без детонации и с пониженным содержанием сажи и окислов азота в выхлопных газах.

В отдельных случаях и в определенных условиях имеет место существенная экономия топлива.

Потенциал применения процесса динамической гомогенизации в судовых двигателях и дизельных генераторах

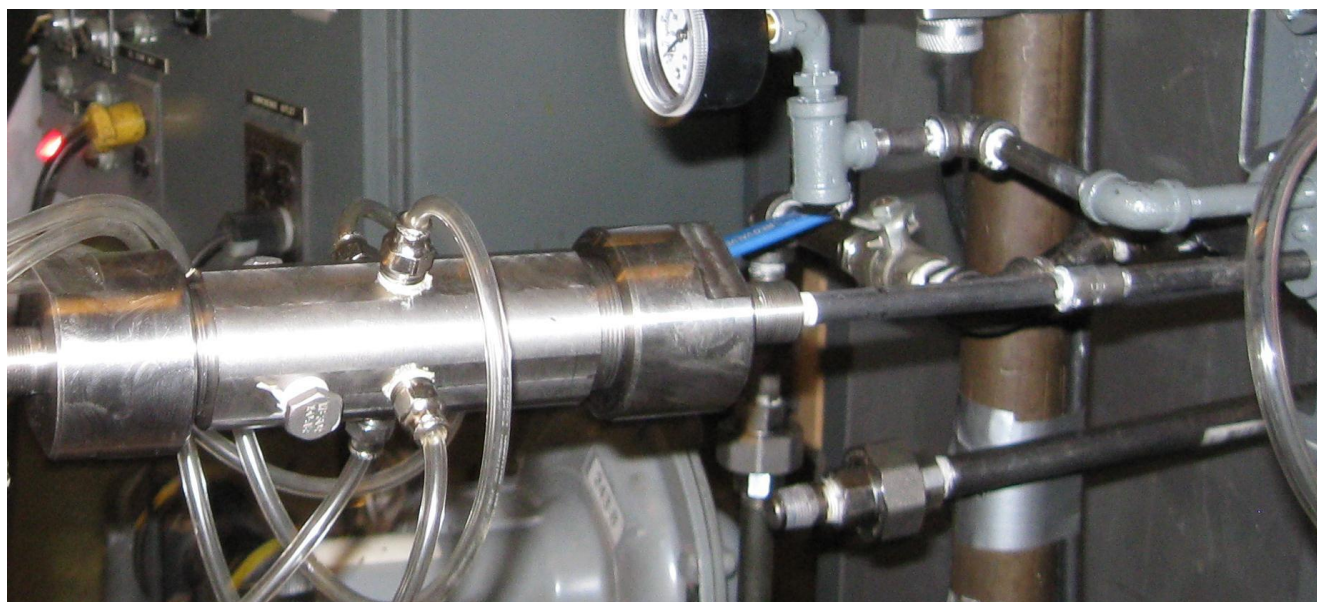
Так как в указанных термодинамических средствах в качестве топлива используется более тяжелое дизельное топливо и различные виды мазута, то в таких видах топлива образование сгустков происходит более интенсивно.

В случае, если в систему судового двигателя или дизельного генератора введено устройство для динамической гомогенизации, сгустки при определённых обстоятельствах, образующиеся в топливных баках и состоящие из основной углеводородной группы топливной смеси, в транспортных средствах перемещаются с конституционными углеводородными фракциями с появлением сгустков смесей в микро или дизельном генераторе. нанометровые частицы

Сгорание гомогенизированного топлива происходит, как правило, в стабильном термодинамическом режиме, без детонации и с пониженным содержанием сажи и окислов азота в выхлопных газах.

Потенциал применения процесса динамической гомогенизации в двигательных установках летательных аппаратов

В связи с появившимися в последнее время сообщениями о экспериментальном применении биологического топлива или топливных смесей для двигателей летательных аппаратов и , зная о том , что топливные смеси , содержащие биологические топливные компоненты имеют свойство к образованию сгустков , динамическая гомогенизация такого топлива перед впрыском в камеру сгорания , может значительно повысить надёжность таких двигателей и может открыть путь к применению топливных композиций в двигателях летательных аппаратов



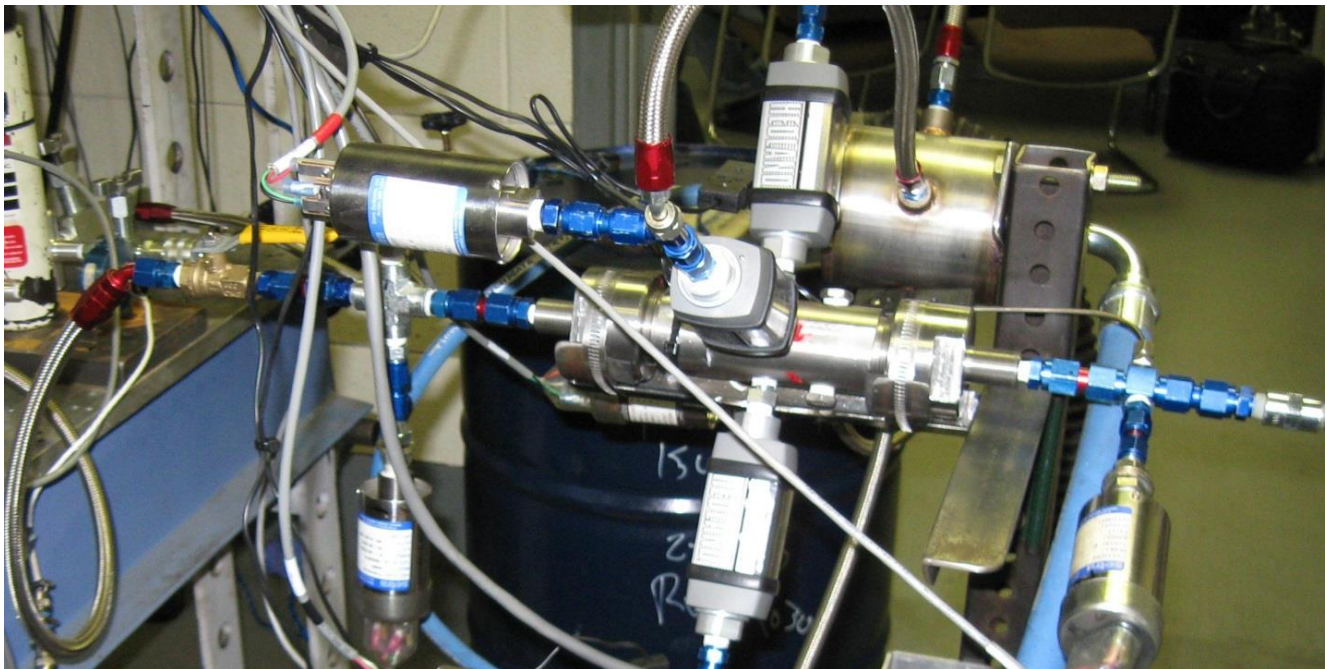
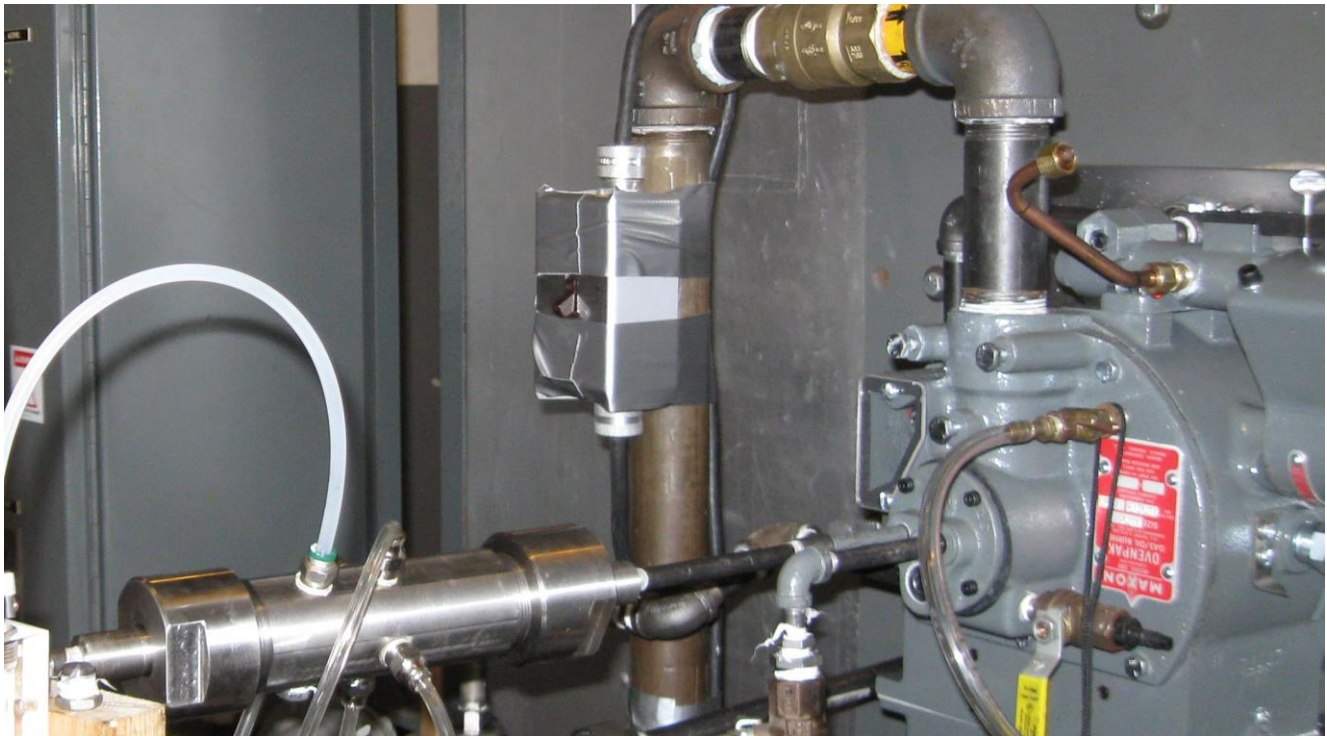


Рис. 8,9,10, 11. Применение устройства с рабочим диаметром в 25 мм, предназначенном для формирования в топливном трубопроводе эмульсии из дизельного топлива № 2 и водопроводной воды в соотношении 70% дизельного топлива и 30 % воды в современном бойлере.

Список использованной литературы

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.1

United States Patent **10,732,237**
Slobozhanyuk , et al. **August 4, 2020**

Magnetic resonance imaging machine

Abstract

The invention relates to medical diagnostics and can be used in magnetic **resonance** imaging and magnetic **resonance spectroscopy** for increasing the quality of diagnostics of the internal organs of humans and animals. By virtue of a metamaterial, which is used as an **electromagnetic** field amplifier, being made from a set of advantageously oriented conductors, it becomes possible to spatially rearrange magnetic and electric fields operated at radio frequencies. In particular, in the examined object area, the radio frequency magnetic field is resonantly amplified, which makes it possible to increase the signal/noise ratio in MRI and to obtain better quality images and/or to perform the MRI examinations more quickly as there is no need to accumulate the signal. The proposed design of the metamaterial makes it possible to distance the radio frequency electric field from the area where the examined object is located, therefore enhancing safety of MRI scanning.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.2

United States Patent **10,564,308**
Godoy , et al. **February 18, 2020**

Electron paramagnetic resonance (EPR) techniques and apparatus for performing EPR spectroscopy on a flowing fluid

Abstract

Certain aspects of the present disclosure provide methods and apparatus for performing electron paramagnetic **resonance** (EPR) **spectroscopy** on a fluid from a flowing well, such as fluid from hydrocarbon recovery operations flowing in a downhole tubular, wellhead, or pipeline. One example method generally includes, for a first EPR iteration, performing a first frequency sweep of discrete **electromagnetic** frequencies on a cavity containing the fluid; determining first parameter values of reflected signals from the first frequency sweep; selecting a first discrete frequency corresponding to one of the first parameter values that is less than a threshold value; activating a first **electromagnetic** field in the fluid at the first discrete

frequency; and while the first **electromagnetic** field is activated, performing a first DC magnetic field sweep to generate a first EPR spectrum.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.3

United States Patent
Wang

9,952,297
April 24, 2018

Parallel plate transmission line for broadband nuclear magnetic resonance imaging

Abstract

A parallel plate waveguide forms a volume coil used for magnetic **resonance** imaging and **spectroscopy**. The waveguide includes a first conductor arranged on a first side of the waveguide and a second conductor arranged on a second side of the waveguide. Excitation of the first conductor and the second conductor creates a transverse **electromagnetic** field between the first conductor and the second conductor which causes a target within the volume coil to emit radio frequency signals used for producing an image of the target.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.4

United States Patent
Hetherington , et al.

9,316,709
April 19, 2016

Transceiver apparatus, system and methodology for superior In-Vivo imaging of human anatomy

Abstract

The inventive subject matter as a whole is an improved transceiver apparatus and system for diagnostic evaluations of living subject, human or animal; and is particularly effective as a clinical tool for the spectroscopic scanning or magnetic **resonance** imaging of humans suspected of being afflicted with a particular disease, disorder, or pathology. The improved transceiver apparatus is used as an essential component in a computer controlled system suitable for magnetic **resonance** imaging ("MRI"), or nuclear magnetic **resonance spectroscopy** ("MRS"), and/or nuclear magnetic **resonance** spectroscopic imaging ("MRSI"); and the present improvement of these **electromagnetic** signaling systems will provide far more accurate and precise visual images and accumulated data for the clinician or surgeon, as well as serve as a basis upon which to make a diagnosis and decide upon a mode of therapeutic treatment for that individual.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.5

United States Patent
Yonamoto , et al.

9,018,954
April 28, 2015

Sample holder for electricity-detection electron spin resonance device

Abstract

A sample holder structure is provided with which it is possible to reduce current noise derived from **electromagnetic** induction, etc. in electricity-detection electron spin **resonance spectroscopy**. Also provided is a process for producing the structure. The material of the sample holder, which is used in an electricity-detection electron spin **resonance** device, is an FR-4 resin, alumina, glass, or Teflon. The sample holder has four wiring leads formed on the surface thereof. The four wiring leads each has a three-layer structure composed of a nickel layer, a gold layer, and a resist layer which have been arranged in the order from the sample holder surface, and the sample holder has the shape of the letter T. The sample holder has, formed in the end thereof, a gold pad for affixing a sample, and the gold pad has a multilayer structure composed of a nickel layer and a gold layer arranged in this order from the sample holder surface. In the T-shaped head part of the sample holder, the four wiring leads are spaced wider from each other.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.6

United States Patent
Neu , et al.

8,884,608
November 11, 2014

AFM-coupled microscale radiofrequency probe for magnetic resonance imaging and spectroscopy

Abstract

The present disclosure is discloses the development of a new device, system, and method that combines advantages of magnetic **resonance** and atomic force microscopy technologies, and

the utility of the new device, system, and method for a wide range of biomedical and clinical researchers. According to one aspect of the present disclosure, a device for micro-scale **spectroscopy** is disclosed. The micro-scale **spectroscopy** device includes a beam having a distal end, a proximal end, a top surface and a bottom surface, where the beam is attached to an anchor at the proximal end and further includes a tip extending substantially perpendicular from the bottom surface at or near the distal end, and a coil having at least one turn mounted to the top surface of the beam at or near the distal end opposite the tip, where the coil is capable of both transmitting and sensing **electromagnetic** radiation.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.7

United States Patent
Tang , et al.

8,780,344
July 15, 2014

Waveguides configured with arrays of features for performing Raman spectroscopy

Abstract

Embodiments of the present invention are directed to systems for performing surface-enhanced Raman **spectroscopy**. In one embodiment, a system for performing Raman **spectroscopy** includes a waveguide layer configured with at least one array of features, and a material disposed on at least a portion of the features. Each array of features and the waveguide layer are configured to provide guided-mode **resonance** for at least one wavelength of **electromagnetic** radiation. The **electromagnetic** radiation produces enhanced Raman scattered light from analyte molecules located on or in proximity to the material.