



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5513 (13) C1

(51) G 01 F 9/00; G 01 M 15/00

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ РОЗХОДУ ПАЛИВА

1

(21) 94020595  
 (22) 22.02.94  
 (46) 28.12.94. Бюл. № 7-1  
 (56) Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие, М., Машиностроение, 1977, с. 47-48.  
 (71) Інженерно-технічний центр "АВТОКОМ ЛТД"  
 (72) Нестеров Олександр Васильович, Харченко Леонід Васильович  
 (73) Інженерно-технічний центр "АВТОКОМ ЛТД" UA  
 (57) 1. Способ измерения расхода топлива, включающий предварительное определение коэффициента градуировки, измерение времени расхода топлива при опорожнении мерного бака и изменении уровня топлива в нем в заданных пределах, а также вычисление расхода по формуле, отличающийся тем, что дополнительно измеряют время

2

наполнения мерного бака, причем измерение времени наполнения проводят при непрерывном опорожнении мерного бака с измеряемым расходом и при изменении уровня топлива в нем в тех же пределах, а расход топлива вычисляют по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K,$$

где:  $Q_p$  – расход топлива;

$t_p$  – время расхода топлива при опорожнении мерного бака;

$t_n$  – время наполнения мерного бака при его непрерывном опорожнении с измеряемым расходом;

$K$  – коэффициент градуировки.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что пределы изменения уровня топлива в мерном баке задают равными значению гистерезиса датчика уровня.

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения расхода жидкого топлива при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

В мировой практике испытания ДВС наибольшее распространение получили массовый и объемный способы измерения расхода топлива.

При реализации указанных способов основное внимание уделяется повышению точности измерений. Однако при испытаниях ДВС большое значение имеет и оптимизация времени замера, которое во всех диапазонах измерений должно быть минимально возможным, по достаточным для надежного визуального контроля, т.е. со-

ставлять 5-10 с. Решить эту проблему при сохранении необходимой точности измерений очень сложно.

Известен массовый способ измерения расхода жидкости путем непосредственного взвешивания, при котором измеряют время изменения массы жидкости в мерном баке в заданных пределах, а расход вычисляют по формуле:

$$Q_m = \frac{M_{i+1} - M_i}{\tau_{i,i+1}},$$

где:  $Q_m$  – массовый расход жидкости;

$M_i, M_{i+1}$  – масса жидкости в мерном баке в  $i$ -тый и  $(i+1)$ -ый моменты времени (определяется предварительно при градуировке);

$\tau_{i,i+1}$  – время измерений.

(19) UA (11)

5513

(13) C1

Изменение массы жидкости в мерном баке фиксируют с помощью весов, снабженных преобразователем "перемещение указателя шкалы — код" (Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1977, с. 36–37).

Основным недостатком этого способа является длительное время измерений, особенно при малых расходах топлива. Например, при расходе 1 кг/ч время измерений составляет сотни секунд. Причиной, препятствующей сокращению времени измерений является то, что существует его зависимость от фиксированной массы расходуемой дозы топлива. Уменьшение этой массы ограничено и возможно только до минимально допустимого значения, которое определяется разрешающей способностью устройств для реализации способа и заданной точностью измерений. Дальнейшее уменьшение массы расходуемой дозы топлива приводит к снижению точности измерений, что не допустимо.

Традиционно наиболее часто применяется объемный способ измерения расхода топлива, который характеризуется менее сложными средствами его реализации и простотой эксплуатации.

Известен объемный способ измерения расхода жидкости, при котором измеряют время расхода жидкости при опорожнении мерного бака и изменении уровня жидкости в нем в заданных пределах, и вычисляют расход по формуле:

$$Q_v = \frac{V_{i,1} + 1}{\tau_{i,1} + 1},$$

где:  $Q_v$  — объемный расход жидкости;

$V_{i,1}$  — объемы жидкости в мерном баке в  $i$ -тый и  $(i+1)$ -ый момент времени при изменении ее уровня в заданных пределах (определяются предварительно при градуировке);

$\tau_{i,1}$  — время измерений.

Изменение объема жидкости в мерном баке фиксируют с помощью датчиков уровня. (Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1977, с. 47–48).

При этом массовый расход топлива в соответствии с требованиями ГОСТ 18509–88 (Методы стендовых испытаний двигателей) вычисляют по формуле:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho,$$

где:  $Q_m$  — массовый расход топлива;

$Q_v$  — объемный расход топлива;

$\rho$  — плотность топлива.

Этот способ является наиболее близким к заявляемому по технической сущности и

рассматривается в материалах заявки в качестве прототипа.

Основным недостатком прототипа, как и способа описанного выше, является длительное время измерений. Например, при малых расходах топлива (1 л/ч) время измерений составляет сотни секунд. Это объясняется тем, что в данном случае также существует зависимость времени измерений, но уже от фиксированного объема расходуемой дозы топлива. Уменьшение этого объема ограничено минимально допустимым значением, которое определяется заданной точностью измерений, разрешающей способностью датчиков уровня и величиной дрейфа параметров этих датчиков. Дальнейшее уменьшение объема измеряемой дозы топлива, а, следовательно, и времени измерений возможно только за счет недопустимого снижения точности измерений.

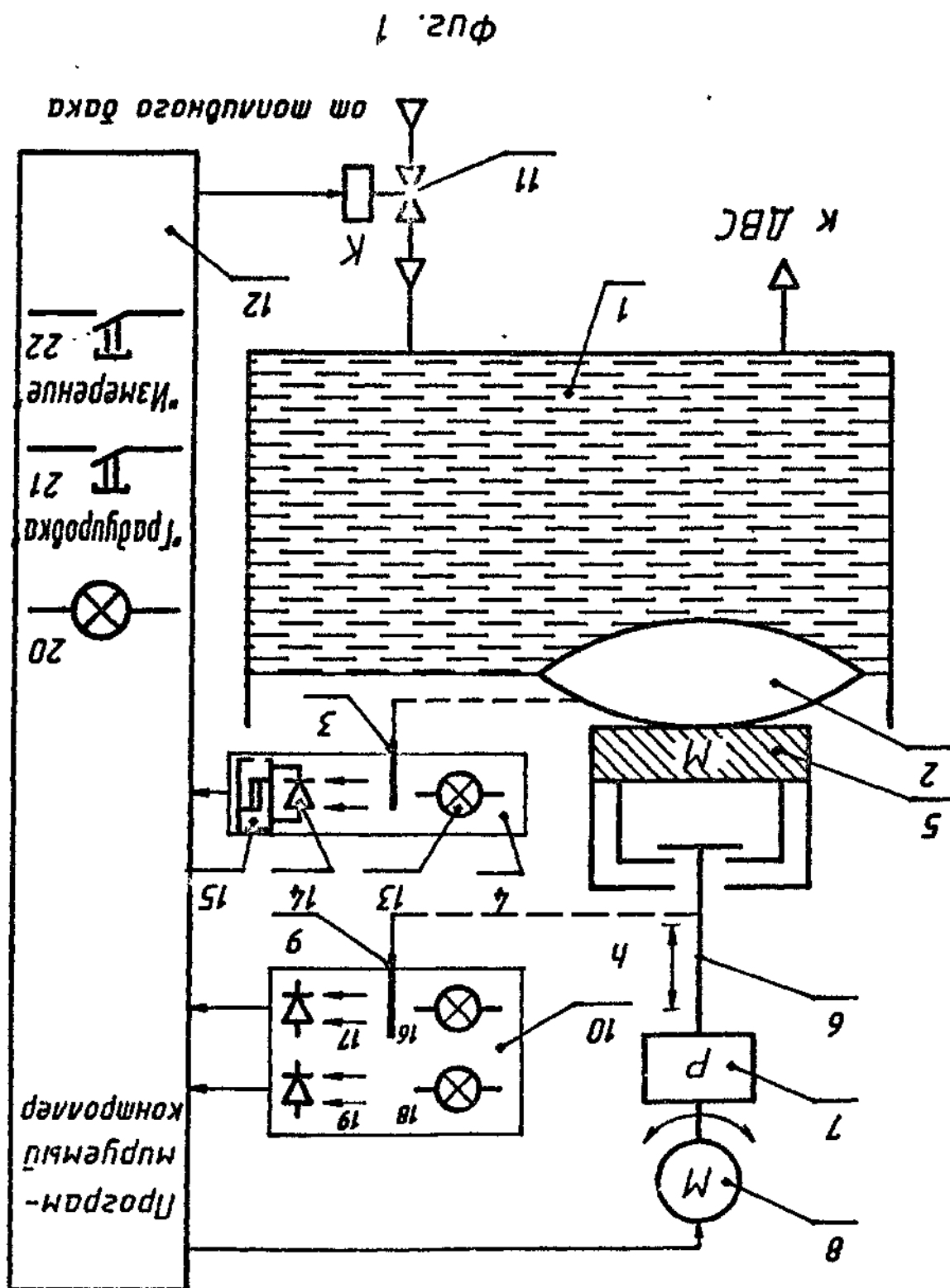
Другим недостатком указанного способа является низкая точность определения массового расхода топлива, т.к. в данном случае результаты измерений зависят от заданного значения объема расходуемой дозы топлива и не учитывают влияние изменения температуры на плотность топлива, а, следовательно, и на массу заданного объема топлива.

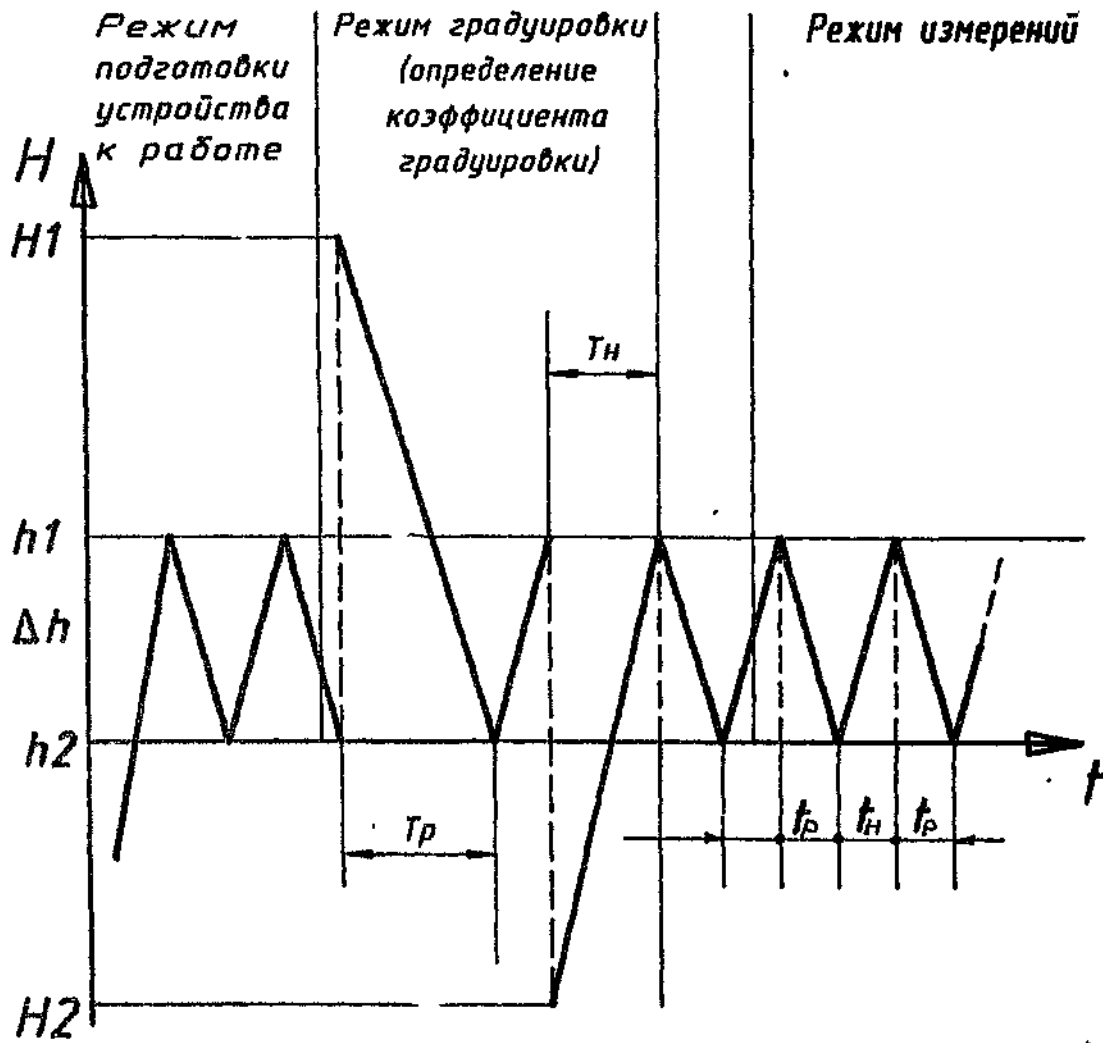
В основу изобретения поставлена задача создать такой способ измерения расхода топлива, который позволяет уменьшить время измерений при сохранении их точности путем введения дополнительной операции измерения времени наполнения мерного бака при определенных условиях и вычисления расхода по новой формуле. Это позволит обеспечить постоянный контроль расхода топлива ДВС при высоком быстродействии и точности в широких пределах измерений, т.е. повысить достоверность и эффективность испытаний ДВС.

Для этого в известном способе измерения расхода топлива, при котором измеряют время расхода топлива при опорожнении мерного бака и изменении уровня топлива в нем в заданных пределах, и вычисляют расход по формуле, согласно изобретению, дополнительно измеряют время наполнения мерного бака, причем измерение времени наполнения проводят при одновременном опорожнении мерного бака с измеряемым расходом и при изменении уровня топлива в нем в тех же пределах, а расхода топлива вычисляют по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K,$$

где:  $Q_p$  — расход топлива;





Фиг.2

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор О.Густі

Замовлення 612

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5513 (13) C1

(51) G 01 F 9/00; G 01 M 15/00

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ РОЗХОДУ ПАЛИВА

1

(21) 94020595

(22) 22.02.94

(46) 28.12.94. Бюл. № 7-1

(56) Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1977, с. 47-48.

(71) Інженерно-технічний центр "АВТОКОМ ЛТД"

(72) Нестеров Олександр Васильович, Харченко Леонід Васильович

(73) Інженерно-технічний центр "АВТОКОМ ЛТД" UA

(57) 1. Способ измерения расхода топлива, включающий предварительное определение коэффициента градуировки, измерение времени расхода топлива при опорожнении мерного бака и изменении уровня топлива в нем в заданных пределах, а также вычисление расхода по формуле, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что дополнительно измеряют время

2

наполнения мерного бака, причем измерение времени наполнения проводят при непрерывном опорожнении мерного бака с измеряемым расходом и при изменении уровня топлива в нем в тех же пределах, а расход топлива вычисляют по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K,$$

где:  $Q_p$  – расход топлива; $t_p$  – время расхода топлива при опорожнении мерного бака; $t_n$  – время наполнения мерного бака при его непрерывном опорожнении с измеряемым расходом; $K$  – коэффициент градуировки.

2. Способ по п. 1, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что пределы изменения уровня топлива в мерном баке задают равными значению гистерезиса датчика уровня.

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения расхода жидкого топлива при стендовых испытаниях двигателей внутреннего сгорания (ДВС).

В мировой практике испытания ДВС наибольшее распространение получили массовый и объемный способы измерения расхода топлива.

При реализации указанных способов основное внимание уделяется повышению точности измерений. Однако, при испытаниях ДВС большое значение имеет и оптимизация времени замера, которое во всех диапазонах измерений должно быть минимально возможным, по достаточным для надежного визуального контроля, т.е. со-

ставлять 5–10 с. Решить эту проблему при сохранении необходимой точности измерений очень сложно.

Известен массовый способ измерения расхода жидкости путем непосредственного взвешивания, при котором измеряют время изменения массы жидкости в мерном баке в заданных пределах, а расход вычисляют по формуле:

$$Q_m = \frac{M_{i+1} - M_i}{\tau_{i,i+1}},$$

где:  $Q_m$  – массовый расход жидкости; $M_i, M_{i+1}$  – масса жидкости в мерном баке в  $i$ -тый и  $(i+1)$ -ый моменты времени (определяется предварительно при градуировке); $\tau_{i,i+1}$  – время измерений.

(19) UA (11)

5513

(13) C1

Изменение массы жидкости в мерном баке фиксируют с помощью весов, снабженных преобразователем "перемещение указателя шкалы - код" (Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1977, с. 36-37).

Основным недостатком этого способа является длительное время измерений, особенно при малых расходах топлива. Например, при расходе 1 кг/ч время измерений составляет сотни секунд. Причиной, препятствующей сокращению времени измерений является то, что существует его зависимость от фиксированной массы расходуемой дозы топлива. Уменьшение этой массы ограничено и возможно только до минимально допустимого значения, которое определяется разрешающей способностью устройств для реализации способа и заданной точностью измерений. Дальнейшее уменьшение массы расходуемой дозы топлива приводит к снижению точности измерений, что не допустимо.

Традиционно наиболее часто применяется объемный способ измерения расхода топлива, который характеризуется менее сложными средствами его реализации и простотой эксплуатации.

Известен объемный способ измерения расхода жидкости, при котором измеряют время расхода жидкости при опорожнении мерного бака и изменении уровня жидкости в нем в заданных пределах, и вычисляют расход по формуле:

$$Q_v = \frac{V_{i, i+1}}{\tau_{i, i+1}}$$

где:  $Q_v$  - объемный расход жидкости;

$V_{i, i+1}$  - объемы жидкости в мерном баке в  $i$ -тый и  $(i+1)$ -ый момент времени при изменении ее уровня в заданных пределах (определяются предварительно при градуировке);

$\tau_{i, i+1}$  - время измерений.

Изменение объема жидкости в мерном баке фиксируют с помощью датчиков уровня. (Бирюков Б.В. и др. Точные измерения расхода жидкостей. Справочное пособие. М., Машиностроение, 1977, с. 47-48).

При этом массовый расход топлива в соответствии с требованиями ГОСТ 18509-88 (Методы стендовых испытаний двигателей) вычисляют по формуле:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho$$

где:  $Q_m$  - массовый расход топлива;

$Q_v$  - объемный расход топлива;

$\rho$  - плотность топлива.

Этот способ является наиболее близким к заявляемому по технической сущности и

рассматривается в материалах заявки в качестве прототипа.

Основным недостатком прототипа, как и способа описанного выше, является длительное время измерений. Например, при малых расходах топлива (1 л/ч) время измерений составляет сотни секунд. Это объясняется тем, что в данном случае также существует зависимость времени измерений, но уже от фиксированного объема расходуемой дозы топлива. Уменьшение этого объема ограничено минимально допустимым значением, которое определяется заданной точностью измерений, разрешающей способностью датчиков уровня и величиной дрейфа параметров этих датчиков. Дальнейшее уменьшение объема измеряемой дозы топлива, а, следовательно, и времени измерений возможно только за счет недопустимого снижения точности измерений.

Другим недостатком указанного способа является низкая точность определения массового расхода топлива, т.к. в данном случае результаты измерений зависят от заданного значения объема расходуемой дозы топлива и не учитывают влияние изменения температуры на плотность топлива, а, следовательно, и на массу заданного объема топлива.

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ измерения расхода топлива, который позволяет уменьшить время измерений при сохранении их точности путем введения дополнительной операции измерения времени наполнения мерного бака при определенных условиях и вычисления расхода по новой формуле. Это позволит обеспечить постоянный контроль расхода топлива ДВС при высоком быстродействии и точности в широких пределах измерений, т.е. повысить достоверность и эффективность испытаний ДВС.

Для этого в известном способе измерения расхода топлива, при котором измеряют время расхода топлива при опорожнении мерного бака и изменении уровня топлива в нем в заданных пределах, и вычисляют расход по формуле, согласно изобретению, дополнительно измеряют время наполнения мерного бака, причем измерение времени наполнения проводят при одновременном опорожнении мерного бака с измеряемым расходом и при изменении уровня топлива в нем в тех же пределах, а расхода топлива вычисляют по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K$$

где:  $Q_p$  - расход топлива;

$t_p$  — время расхода топлива при опорожнении мерного бака;

$t_n$  — время наполнения мерного бака при его одновременном опорожнении с измеряемым расходом;

$K$  — коэффициент градуировки.

Пределы изменения уровня топлива в мерном баке могут быть заданы равными величине гистерезиса датчика уровня.

Заявляемое изобретение позволяет существенно уменьшить время измерений, например, при расходе 1 кг/ч оно составляет 5–7 с.

Причинно-следственная связь между совокупностью существенных признаков предполагаемого изобретения и достижением технического результата объясняется следующим.

При реализации предлагаемого способа, кроме времени расхода топлива при опорожнении мерного бака, дополнительно измеряют время наполнения мерного бака при одинаковых условиях измерения. Для этого задают такие же пределы изменения уровня топлива в мерном баке и осуществляют наполнение мерного бака при одновременном его опорожнении с измеряемым расходом. Выполнение этих условий обеспечивает жесткую взаимную связь между двумя операциями измерения, а в результате — вычисление расхода топлива по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K,$$

где коэффициент градуировки  $K$  равен скорости подачи топлива в мерный бак при его наполнении и одновременном опорожнении с измеряемым расходом.

Анализ приведенной формулы показывает, что в данном случае точность измерения расхода топлива определяется точностью измерения времени расхода и времени наполнения, а также точностью вычисления или измерения коэффициента градуировки. Учитывая то, что существующие методы измерения времени обеспечивают достаточно высокую точность, приходим к выводу, что точность измерения расхода топлива по предложенному способу в основном определяется точностью вычисления или измерения коэффициента градуировки. При этом объем минимально допустимой мерной дозы топлива не зависит от заданной точности измерений и определяется только разрешающей способностью датчиков уровня и величиной дрейфа параметров указанных датчиков. Это позволяет уменьшить объем мерной дозы топлива, а, следовательно, уменьшить время измерений без

снижения их точности. В результате повышается скорость измерений расхода топлива, т.е. обеспечивается более жесткий контроль работы ДВС и повышается эффективность их испытаний.

Дополнительное уменьшение объема мерной дозы топлива может быть достигнуто путем дополнительного уменьшения заданных пределов измерения уровня топлива в мерном баке. Для этого указанные пределы измерения уровня топлива могут быть выбраны равными верхнему и нижнему уровням срабатывания одного датчика уровня, т.е. величине гистерезиса этого датчика. При этом минимально допустимый объем мерной дозы топлива определяется только разрешающей способностью указанного датчика.

Путем изменения величины гистерезиса датчика уровня ( $\Delta h$ ) в соответствии с соотношением  $\Delta h = Q_p t_p$  можно обеспечить оптимальное время измерений во всем диапазоне измеряемых расходов.

Учитывая то, что точность измерения расхода топлива по предложенному способу определяется, в основном, точностью вычисления или измерения коэффициента градуировки, можно сделать вывод о том, что данный способ позволяет с достаточной степенью точности измерять как объемный, так и массовый расход топлива в зависимости от того в каких единицах предварительно определен коэффициент градуировки. Это позволяет дополнительно расширить функциональные возможности способа.

Коэффициент градуировки может быть вычислен или измерен любым известным способом, например, с помощью расходомера, установленного на входе мерного бака.

По мнению авторов, наиболее целесообразным является измерение коэффициента градуировки с помощью устройства для реализации предложенного способа, т.к. в этом случае не вносятся дополнительные погрешности измерений, связанные с использованием различных устройств для градуировки и непосредственно измерения расхода топлива.

Кроме того, в соответствии с требованиями ГОСТ 18509-88 желательно измерить коэффициент градуировки сразу в массовых единицах, чтобы исключить погрешности, связанные с пересчетом объемного расхода топлива в массовый.

С учетом требований изложенных выше коэффициент градуировки можно измерить путем использования известного способа достаточно точного измерения массового

срабатывает датчик 10. По сигналу с выхода датчика 10 с помощью программируемого контроллера 12 выдаются команды на снятие блокировки с выходного сигнала датчика 4 и отключение электродвигателя 8 (окончание перемещения эталонного груза 5).

Поскольку команда на отключение питания от электроклапана 11 не поступила, продолжается наполнение мерного бака 1. При этом поплавков 2 с эталонным грузом 5 вновь начинает всплывать и при достижении шторкой 3 заданного положения датчик 4 вновь срабатывает на верхнем уровне  $h_1$ . По сигналу с выхода датчика 4 с помощью программируемого контроллера 12 выдаются команды на прекращение отсчета времени наполнения, отключение питания электроклапана 11 и вычисление коэффициента градуировки.

Вычисляют коэффициент градуировки с помощью программируемого контроллера 12 по формуле:

$$K = Q_{гр} \frac{T_{гр} + T_{нгр}}{T_{нгр}}.$$

Результаты вычислений заносят в память программируемого контроллера 12.

В результате отключения питания от электроклапана 11 подача топлива в мерный бак 1 прекращается. По мере выработки топлива из мерного бака 1 поплавков 2 с эталонным грузом 5 начинает перемещаться вниз. При этом изменение положения шторки 3 приводит к срабатыванию датчика 4 на нижнем уровне  $h_2$ . Срабатывание датчика 4 приводит к тому, что с помощью программируемого контроллера 12 вновь выдается команда на включение питания электроклапана 11 и вновь начинается наполнение мерного бака 1 топливом. Цикл повторяется. Т.о. в мерном баке 1 вновь устанавливается исходный уровень топлива.

Измерение расхода топлива в соответствии с предложенным способом начинают в любой момент времени нажатием кнопки 22 ("Измерение").

При наполнении мерного бака 1 топливом поплавков 2 всплывает. Это вызывает перемещение шторки 3 вверх, а следовательно срабатывание датчика 4 на верхнем уровне  $h_1$ . По сигналу с выхода датчика 4 с помощью программируемого контроллера 12 выдаются команды на начало отсчета времени расхода ( $t_p$ ) топлива и отключение питания электроклапана 11. Подача топлива в мерный бак 1 прекращается. По мере выработки топлива из мерного бака 1 поплавков 2 начинает перемещаться вниз. Вместе с ним

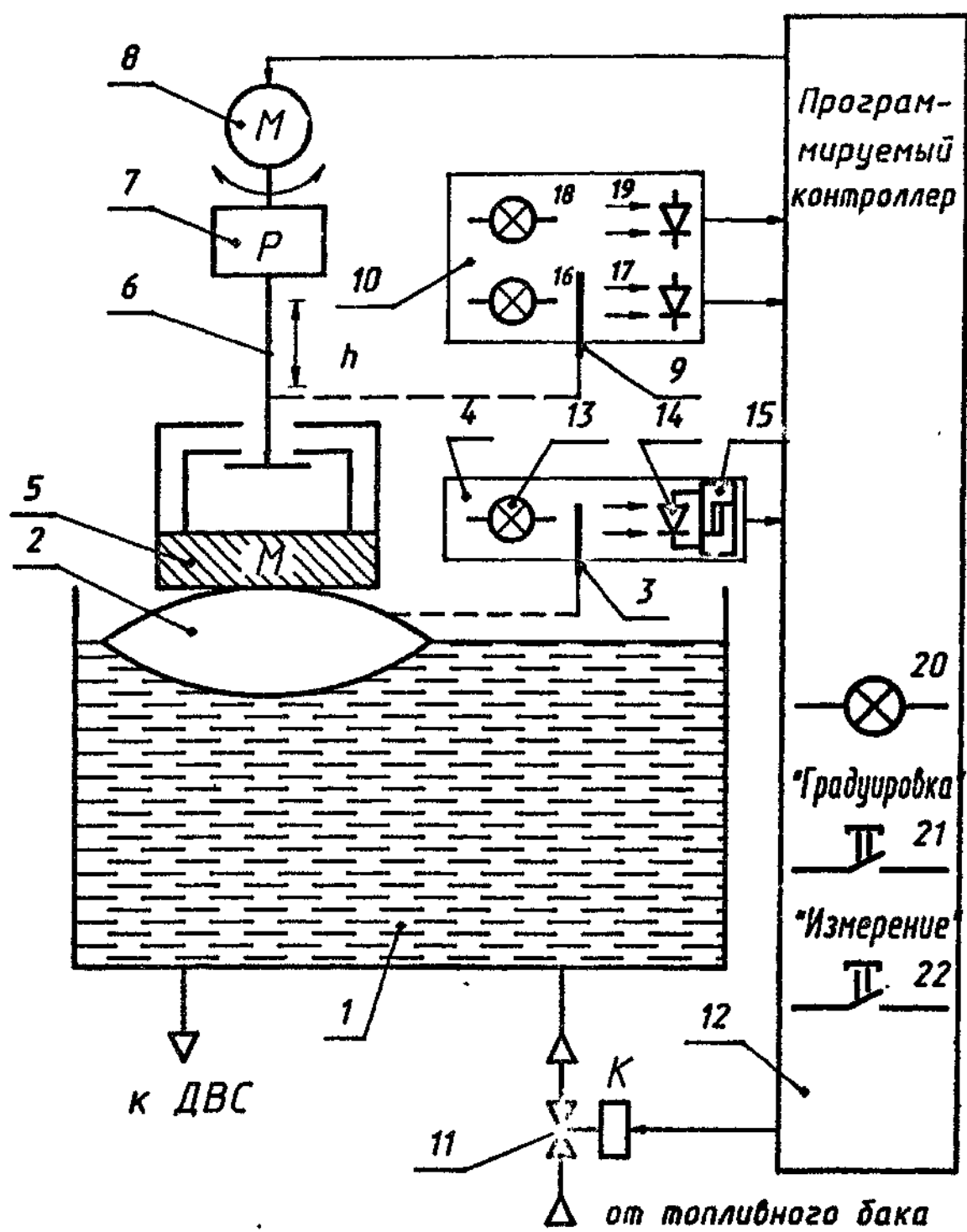
перемещается шторка 3. Это приводит к срабатыванию датчика 4 на нижнем уровне  $h_2$ . По сигналу с датчика 4 с помощью программируемого контроллера 12 выдаются команды на прекращение отсчета времени расхода ( $t_p$ ) топлива, на начало отсчета времени наполнения ( $t_n$ ) мерного бака 1 и на включение питания электроклапана 11. В результате измерение времени расхода топлива заканчивают и результаты измерений заносят в память программируемого контроллера 12. Одновременно начинают измерение времени наполнения ( $t_n$ ) мерного бака 11. Включение питания электроклапана 11 приводит к следующему циклу наполнения мерного бака 1 топливом. В результате поплавков 2 вновь начинает всплывать, шторка 3 вновь перемещается вверх и вновь срабатывает датчик 4 на верхнем уровне  $h_1$ . При этом с помощью программируемого контроллера 12 выдаются команды на прекращение отсчета времени наполнения ( $t_n$ ) мерного бака 1, на вычисление расхода топлива в данном цикле измерения и на отключение питания электроклапана 11. Измерение наполнения мерного бака 1 заканчивают и одновременно начинают вычисление расхода топлива в данном цикле измерений с помощью программируемого контроллера 12 по формуле:

$$Q_p = \frac{t_n}{t_p + t_n} \cdot K.$$

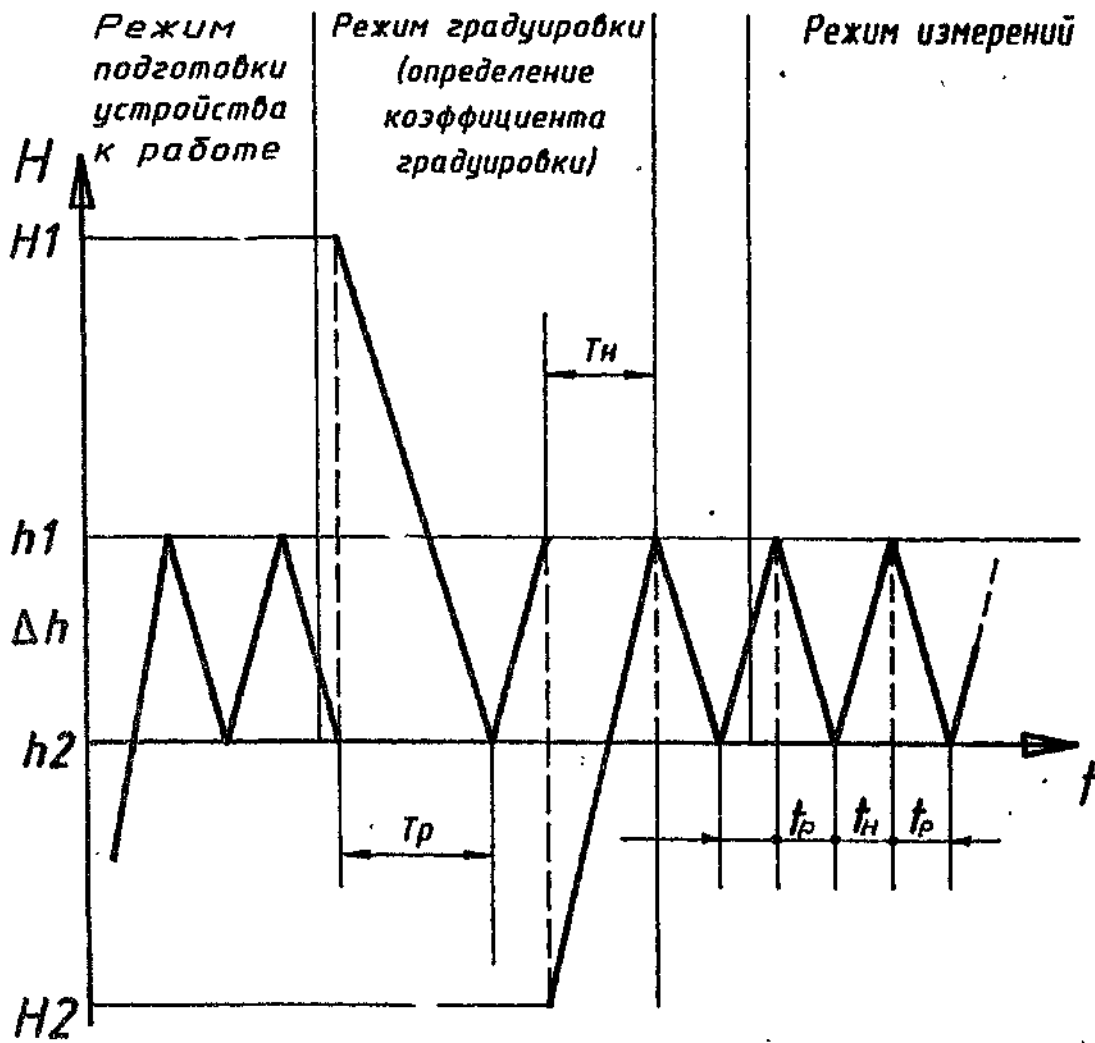
Далее автоматически начинается следующий цикл измерения расхода топлива. Т.о. обеспечивается постоянное измерение расхода топлива в процессе испытаний ДВС. При изменении расхода в процессе испытаний в любой момент времени вновь может быть проведена градуировка устройства.

Как указывалось выше, точность измерений по предложенному способу определяется точностью измерения коэффициента градуировки. Это позволило уменьшить размер мерной дозы топлива до минимума, равного величине гистерезиса датчика уровня, а следовательно, существенно снизить время измерений до 5-7 с в диапазоне измерений расхода от 1 до 100 кг/ч при обеспечении необходимой точности не более 0,5% (в соответствии с требованиями ГОСТ 18509-88). В результате обеспечивается постоянный контроль расхода топлива при высоком быстродействии и точности измерений, т.е. достигается повышение эффективности испытаний ДВС.





Фиг. 1



Фиг.2

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор О.Густі

Замовлення 612

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101