

УДК 519.2

**В. Б. САМОРОДОВ, В. М. КРАСНОКУТСЬКИЙ, В. Р. МАНДРИКА, В. Ю. ТКАЧОВ****ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТОМІРА ДЛЯ ОБЛІКУ ВИТРАТИ ПАЛИВА НА ТРАКТОРАХ БЕЗ ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЙОГО ПОДАЧІ І З УРАХУВАННЯМ СКІДАННЯ З ФОРСУНОК**

В роботі виконано аналіз можливості підвищення надійності конструкції витратоміру та точності об'ємного вимірювання невеликих об'ємів рідини, в тому числі дизельного палива, бензину, керосину, масел та інших в'язких рідин, проаналізовано існуючі пристрої для вимірювання витрати палива, виявлено позитивні та негативні властивості кожного з них.

**Ключові слова:** витратомір, трактор, паливо, дизельний двигун, форсунок, витрат рідини.

**В. Б. САМОРОДОВ, В. М. КРАСНОКУТСКИЙ, В. Р. МАНДРИКА, В. Ю. ТКАЧЕВ****ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДОМЕРА ДЛЯ УЧЕТА ЗАТРАТ ТОПЛИВА НА ТРАКТОРАХ БЕЗ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ПОДАЧИ И С УЧЕТОМ СБРОСА ИЗ ФОРСУНОК**

В работе выполнен анализ возможности повышения надежности конструкции расходомера и точности объемного измерения небольших объема в жидкости, в том числе дизельного топлива, бензина, керосина, масел и других вязких жидкостей, проанализированы существующие устройства для измерения расхода топлива, выявлены положительные и отрицательные свойства каждого из них.

**Ключевые слова:** расходомер, трактор, топливо, дизельное двигатель, форсунка, расхода жидкости.

**V. B. SAMORODOV, V. M. KRASNOKUTSKIY, V. R. MANDRICA, V. Y. TKACHOV****INVESTIGATION OF THE FLOWMETER FOR THE CALCULATION OF FUEL CONSUMPTION ON TRACTORS WITHOUT AN ELECTRONIC CONTROL SYSTEM FOR ITS FEEDING AND TAKING INTO ACCOUNT THE DISCHARGE FROM THE NOZZLES**

The paper analyzes the possibility of increasing the reliability of the design of the flowmeter and the accuracy of the volume measurement of small volumes in the liquid, including diesel fuel, gasoline, kerosene, oils and other viscous liquids, analyzed the existing devices for the elimination of fuel consumption, identified the positive and negative properties of each of them.

**Keywords:** flowmeter, tractor, fuel, diesel engine, nozzle, liquid flow rate.

**Вступ.** З урахуванням інтенсивного зростання цін на паливо для багатьох власників аграрних компаній все більше стає актуальним питанням його розхід. Система контролю витрати палива тракторів – один з важливих способів контролю фактичного використання палива. Витратоміри вибираються в залежності від потужності двигуна, типа паливної система (паливний насос високого тиску, CommonRail (система впрыску палива)), та схеми установки контролю палива.

**Аналіз публікацій.**

Відомо пристрій для вимірювання витрати палива двигуном внутрішнього згорання [пат. №2017072 МПК G01F3/30, G01F9/00/ від.30.07.1994]. Витратомір містить корпус, що складається із верхньої та нижньої частин, діафрагму, центральну опору з боковими отворами і перепускним каналом, впускний і випускний канали, ніпель, дві кільцеві тарілки, конічну пружину, перемикаючий пристрій, який складається із листових пружин і резинового ущільнювача.

Недоліком такого пристрою є складність конструкції, що зменшує надійність його роботи.

Також відомо про витратомір [патент №2152128, МПК H03M1/24, G01F1/06, від. 27.06.2000], що складається з корпусу, крильчатки, рахункового пристрою с герконом, взаємодіючої з магнітом крильчатки і пов'язаним з обчислювальним пристроєм у вигляді мікросхеми, що містить багатоканальний інтегратор. Кожний канал інтегратора з'єднаний з

відповідним рідкокристалічним індикатором. Потік рідини направляється на крильчатку і змушує її обертатись разом із закріпленням на ній магнітом, при цьому магнітне поле, що обертається, впливає на геркон. За допомогою обчислювального пристрою фіксують замикання контактів геркону, визначають їх частоту і перераховують у витрату рідини.

Недоліком прототипу є складність конструкції, що зменшує її надійність (знос вісі обертання крильчатки) та неможливість розрахунку витрат рідини малих потоків.

**Постановка задачі.**

В основу роботи поставлено задачу підвищення надійності конструкції витратоміру і точності об'ємного вимірювання невеликих об'ємів дизельного палива на тракторах за рахунок спрощення конструктивного виконання витратоміру, а також бензину, керосину, масел та інших в'язких рідин на інших транспортних засобах з можливістю визначення миттєвих витрат палива та за визначений період часу (робочу зміну).

**Основна частина.**

Витратомір палива відноситься до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний для обліку витрати рідини, в тому числі палива, що витрачається тракторами з двигунами без електронної системи керування подачею палива і з урахуванням скидання його з форсунок.

Існуючі витратоміри не враховують паливо, яке скидається с форсунок в паливний бак.

©В. Б. Самородов, В. М. Краснокутський, В. Р. Мандрика, В. Ю. Ткачов

На кафедрі "Автомобіле- і тракторобудування" НТУ "ХПІ" був спроектований, розрахований та виготовлений витратомір палива. Він пройшов випробування на стенді в конструкторському бюро Харківського тракторного заводу, встановлений на трактор ХТЗ - 17240 з гідрооб'ємною трансмісією. Під час роботи трактора на оранці та в транспортному режимі робились заміри палива яке заливалося в бак

та знімались дані з витратоміра. При витраті 35 літрів дизельного пального витратомір показав рівно 35 літрів.

Була обрана найбільш раціональна та продуктивна диференціальна схема підключення витратоміра.

Монтажна схема представлена на рис. 1.

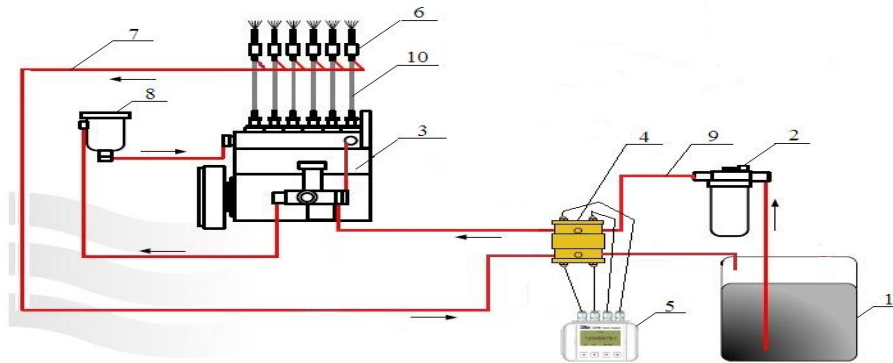


Рис. 1. Диференціальна схема підключення датчика витрати палива:  
1 – паливний бак; 2 – фільтр грубого очищення; 3 – паливний насос високого тиску;  
4 – витратомір; 5 – суматор; 6 – форсунка; 7 – зливний паливопровід;  
8 – фільтр тонкого очищення; 9 – паливопровід низького тиску; 10 – паливопровід високого тиску

Витратомір РТ-ХТЗ складається з двохкамерних лічильників з рухомими роздільними елементами та імпульсними виходами. В кабіні трактора встановлюється суматор з LCD дисплеєм. (рис.2) Суматор з'єднаний з двома лічильниками, які встановлені в паливну магістраль трактора. Лічильники працюють за волюметричним принципом кільцевої поршневої плаваючої шайби. Суматор віднімає від палива яке подається в ПНВТ паливо яке скидається у бак і різницю показує на дисплеї.



Рис. 2. Суматор з LCD дисплеєм

Витратомір палива РТ-ХТЗ, забезпечує точне об'ємне вимірювання дизельного палива в діапазоні

від 1 до 200 літрів на годину, при цьому має похибку до 1%.

Поставлена задача вирішується тим, що витратомір містить корпус із бронзи, в якому знаходиться камера з поплавком з встановленим з'ємним магнітом; при проходженні рідини через камеру, поплавок відхиляється на певну відстань, пропорційну напору потоку; при відхиленні поплавка, магнітне поле магніту перетинає геркон, що

встановлений на кришці витратоміра, який генерує імпульси пропорційні кількості витраченої рідини. Надійність підвищується за рахунок спрощення конструкції і відсутності деталей, що обертаються. Точність підвищується за рахунок збільшення чутливості поплавка до напору рідини і властивостей матеріалу з якого виготовляється корпус і деталі витратоміра.

На рис. 3 (вид спереду та зверху, відповідно) показано схему двосекійного витратоміра, що містить корпус (1), в якому виконані дві секції витратоміра. Кожна секція витратоміра містить: кришку (5), що закріплюється на корпусі гвинтами (3, 4 шт.), на кришці (5) закріплений геркон (4) з провідниковими виходами (2), кришка закривається ковпаком (10), що закріплюється на кришці (5) гвинтами (6, 4 шт.), кришка (5) ущільнена ущільнювальними кільцями (7, 12), в корпусі виконані дві магістралі для під'єднання вхідного (13) і вихідного (14) штуцерів, та подачі і виходу рідини, в камеру корпусу встановлюється бронзовий вал (7), який закріплюється від повертання гвинтом (11), на вал (7) надівається поплавок (8) виконаний у вигляді циліндра з одним дном всередині якого виконано спеціальний упор для несиметричного його розташування в камері і розріз вздовж ребра для встановлення перемички (9), що розділяє вхідну і вихідну магістралі для рідини, на поплавок встановлюється магніт, геркон (4) провідниками (2) під'єднується до електронного блоку суматора, виконаного у виді обчислювального блоку із рідкокристалічним дисплеєм.

На рис. 4 показано спосіб виконання магістралей для входу і виходу рідини. 15 – вхідний канал; 16 – вихідний канал.

На рис. 5 показано загальний вигляд виготовленого дослідного зразка двосекційного витратоміру. Одна секція із знятим ковпаком. У другій секції знята кришка.

Витратомір для обліку витрати рідини, що складається з корпусу, в якому виконано магістраль для під'єднання вхідного і вихідного штуцерів, та канали для подачі і виходу рідини, кришки, геркону, постійного магніту, обчислювального блоку (суматора), який відрізняється тим, що містить бронзовий вал, закріплений від провертання гвинтом, циліндричний поплавков спеціальної форми, що містить спеціальний упор для несиметричного його розташування в камері і розріз вздовж ребра, перемичку, вхідний і вихідний канали виконані у корпусі під спеціальним кутом і розділені у камері перемичкою.

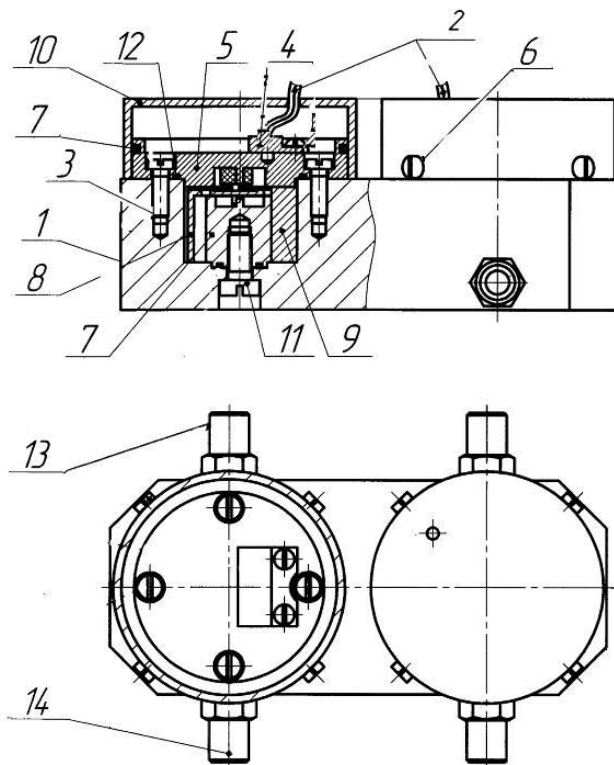


Рис. 3. Витратомір для обліку витрати рідини

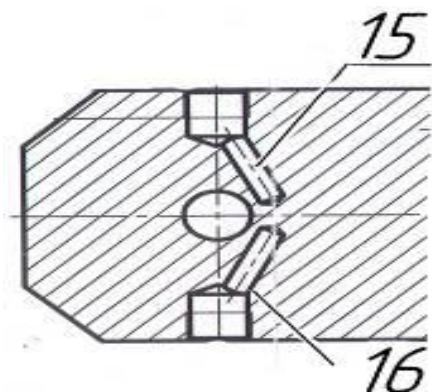


Рис. 4. Магістралі для входу і виходу рідини



Рис. 5. Дослідний зразок витратоміра

Витратомір працює наступним чином. Під тиском рідини, що подається через патрубок під'єднаний до штуцера (13), і вхідний канал магістралі (15), поплавков (8) починає відхилятися від вісі камери в якій він розміщений, пропускаючи через камеру певні порції палива. При відхиленні поплавка (8) магнітне поле магніту перетинає геркон (4), який встановлений на кришці (5). Матеріал, з якого виготовлений корпус (1) пропускає магнітні хвилі. Прямого контакту між магнітом і герконом (4) немає. Після зливу рідини у вихідний канал магістралі (16) через штуцер (14), поплавков (8) повертається у початкове положення. Процес повторюється. Суматор фіксує кількість імпульсів і здійснює розрахунок кількості рідини, що пройшла через витратомір.

Витратомір може виготовлятися односекційним і двосекційним. Двосекційний витратомір може використовуватись для вимірювання витрат дизельного палива тракторів з урахуванням зливу палива з форсунок і під'єдується за диференціальною схемою.

Електрична частина витратоміру (суматор) може встановлюватись як безпосередньо на витратомірі, так і окремо у доступних місцях (наприклад, в кабіні трактора).

#### Висновки.

Запропонований витратомір дозволяє підвищити точність обліку витрати невеликих потоків рідини і збільшити надійність роботи за рахунок спрощення його конструкції, а саме встановлення поплавка спеціальної форми, спеціального виконання магістралі для рідини і розділення вхідного і вихідного каналів магістралі.

Запропоноване рішення придатне для промислового використання. За результатами випробувань витратоміру двосекційного з вимірювання витрат дизельного палива трактором встановлено, що похибка між об'ємом контрольної порції палива і результатом вимірювання не перевищила 0,5 %.

#### Список літератури

1. Бирюков Б.В., Данилов М.А., Кивилис С.С. *Средства испытательных расходомеров*. Москва, Энергоатомиздат, 1983. – 115 с.
2. Краснокутский В.Н. Разработка прибора для учета расхода топлива в тракторах, оснащенных двигателями без электронной подачи топлива с учетом сброса топлива с форсунок // 22 *Міжнародна наукопрактична конференція. Мікрокад 2014*. Харків, ХПІ, 2014.
3. Кантюшин Г.К., Баженов С.В. *Конструкция, основы теории, расчет и испытание трактора*. Москва: Агропромиздат, 1990. – 510 с.
4. Боднер В.А. *Авиационные приборы*. Москва: Машиностроение, 1969.

## References (transliterated)

1. Biryukov B.V., Danilov M.A., Kivilis S.S. *Means test flow meters*. Moscow, Energoatomizdat, 1983. - 115 p.
2. Krasnokutsky V.N. Development of a device for metering fuel consumption in tractors equipped with engines without electronic fuel supply, taking into account the discharge of fuel from the injectors // *22 International Scientific Conference. Mikrokad 2014*. Kharkiv, KhPI, 2014.
3. Kantyushin G.K., Bazhenov S.V. *Construction, fundamentals of theory, calculation and testing of a tractor*. Moscow: Agropromizdat, 1990. - 510 p.
4. V.A. Bodner *Aviation devices*. Moscow. Mechanical Engineering, 1969.

*Надійшла(received) 08.11.2018*

*Відомості про авторів /Сведения об авторах /About the Authors*

**Самородов Вадим Борисович (Самородов Вадим Борисович, Samorodov Vadim Borisovich)** – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», завідувач кафедрою автомобіле- та тракторобудування, м. Харків, Україна; тел.: (057) 707 – 64 – 64; e-mail: Vadimsamorodov@mail.ru

**Краснокутський Володимир Миколайович (Краснокутский Владимир Николаевич, Krasnokutskiy Vladimir Nikolaevich)** – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; м. Харків, Україна; тел.: (057) 70-76-4-64; e-mail: : hvukvn-55ua@ua

**Мандрыка Володимир Ростиславович (Мандрыка Владимир Ростиславович, Mandryka Vladimir Rostislavovich)** – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри автомобіле- і тракторобудування; м. Харків, Україна; тел.: (097) 165-69-34; e-mail: vladmandryka46@gmail.com

**Ткачев Вячеслав Юрійович (Ткачев Вячеслав Юрьевич, Tkachev Viacheslav Yu.)** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», студент; м. Харків, Україна; тел.: (099) 632-43-44; e-mail: tkachov@live.ru