

УДК 532

ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА ЖИДКОСТИ С ЛИНЕЙНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ

А.П. Ляхов,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Г.И. Кошля,

преподаватель каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

В статье дано обоснование параметров расходомера жидкости с линейной характеристикой и предложено его конструктивное решение.

Ключевые слова: расходомер, жидкость, давление, клапан-шток, пружина.

In the article, justification of parameters of a flowmeter of liquid with linear characteristic is given and its structural solution is proposed.

Keywords: flowmeter, liquid, pressure, ram valve, spring.

Введение

Современные тракторы и сельскохозяйственные машины оснащаются гидравлическими системами, в которых для передачи энергии используется рабочая жидкость.

Для исследования и диагностирования оборудования гидросистем используются параметры потока жидкости, одним из которых является расход.

Расход жидкости можно выразить через единицу объема или массы, при этом в первом случае говорят об объемном расходе (Q), а во втором – массовом (M). Измерение количества жидкости производится путем периодического отмеривания одинаковых объемных или массовых доз вещества, либо путем интегрирования расхода.

Приборами для измерения расхода являются приборы расходомеры, принцип работы которых изложен в работах [1-6]. Несмотря на большое разнообразие расходомеров, они имеют определенные преимущества и недостатки в зависимости от среды измерения, диапазона расхода, давления, диаметров трубопроводов и других факторов.

Некоторые авторы [1-7] отмечают, что одним из самых распространенных методов измерения расхода жидкости является метод переменного перепада давления на сужающем устройстве, которым может быть диафрагма, сопло или другие. Преимуществами данного метода являются:

- простота и надежность устройства;
- возможность изготовления на любое давление и температуру измеряемой среды;
- возможность измерения расходов в широком диапазоне их изменения с достаточной для практики точностью;
- возможность получения градуировочной характеристики расходомера расчетным путем.

Однако основным недостатком данного метода является нелинейная зависимость расхода жидкости от перепада давления. В данной статье предпринята попытка обосновать параметры и принципиальную схему расходомера с сужающимся соплом и клапаном его запирающим. Профиль клапана построен по уравнению, полученному в данной статье.

Основная часть

Объемный расход жидкости через сужающее отверстие выражается следующей формулой:

$$Q = \alpha S \sqrt{\frac{2g\Delta P}{\gamma}}, \quad (1)$$

где α – коэффициент расхода;
 S – площадь сечения сужающего отверстия, см^2 ;
 g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;
 ΔP – перепад давления, кг/см^2 ;
 γ – удельный вес жидкости г/см^3 .

Принципиальная схема расходомера жидкости с клапаном представлена на рисунке 1.

Учитывая, что выход штока X должен линейно зависеть от перепада давления ΔP , а значение X опре-

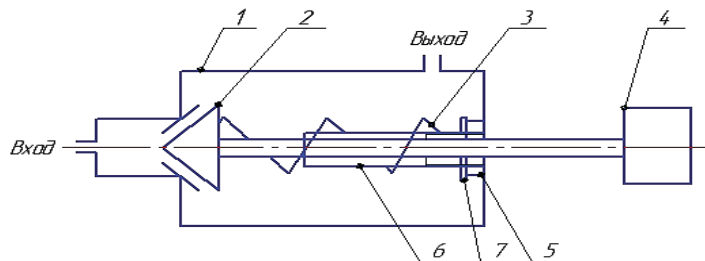


Рисунок 1. Принципиальная схема расходомера жидкости: 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – измерительный блок (регистратор); 5 – гайка; 6 – трубочатая направляющая; 7 – шайба

деляет изменение площади входного сужающего отверстия, запишем

$$X = K_1 \Delta P \quad (2)$$

В свою очередь площадь S проходного сечения сужающего отверстия связана с перемещением штока X зависимостью:

$$S = K_2 \sqrt{X} \quad (3)$$

Подставляя выражение (2) и (3) в уравнение (1), получим

$$Q = \infty K_2 \sqrt{X} \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} \sqrt{\frac{1}{K_1}} \sqrt{X} = KX,$$

$$\text{где } K = \infty K_2 \sqrt{\frac{2g}{\gamma K_1}}.$$

Следовательно, в данном случае расходомер имеет линейную зависимость расхода жидкости Q от величины перемещения штока – клапана X .

$$Q = KX$$

или величина перемещения

$$X = \frac{Q}{K}$$

Как следует из уравнения (3), профиль клапана – поршня должен быть построен по параболической образующей исходя из зависимости:

$$S = K_2 \sqrt{X} = K_2 \sqrt{X}^{1/2}$$

Для определения величины и размерностей коэффициентов K , K_1, K_2 полученных уравнений, зададимся некоторыми конструктивными элементами расходомера и максимальной величиной расхода жидкости Q_{max} .

Для этого примем, что $Q_{max} = 100 \text{ л/мин}$, внутренний диаметр D_2 входного сужающего отверстия $D_2 = 20 \text{ мм}$, максимальный выход штока $X = 20 \text{ мм}$.

Тогда из уравнения (3) следует, что

$$K_2 = \frac{S_{max}}{\sqrt{X_{max}}},$$

$$\text{где } S_{max} = \frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{3,14 * 2,0^2}{4} = 3,14 \text{ см}^2,$$

$$K_2 = \frac{3,14}{\sqrt{2,0}} = \frac{3,14}{1,4} = 2,2 \text{ см}^2,$$

$$K = \frac{Q_{max}}{\sqrt{X}} = \frac{100}{2,0} = 50 \frac{\text{л}}{\text{мин} * \text{см}},$$

$$K_1 = \frac{\infty^2 K_2^2 2g}{\gamma K^2} = \frac{(0,2)^2 * (2,2)^2 * 2 * 9,8 * 10^2 * 60^2}{0,9 * 10^3 * 50^2} = 0,6 \text{ см}^3 / \text{кг}$$

Максимальный перепад давления на сужающем отверстии расходомера равен

$$\Delta P = \frac{X_{max}}{K_1} = \frac{2}{0,6} = 3,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}.$$

Жесткость пружины штока – клапана расходомера равна

$$C_{np} = \frac{\Delta P S_{max}}{X_{max}} = \frac{3,3 * 3,14}{2} = 5,2 \text{ кг/см}.$$

Учитывая, что клапан – поршень имеет профиль с параболической образующей, строим график его профиля исходя из зависимости (3). Профиль приведен на рисунке 2.

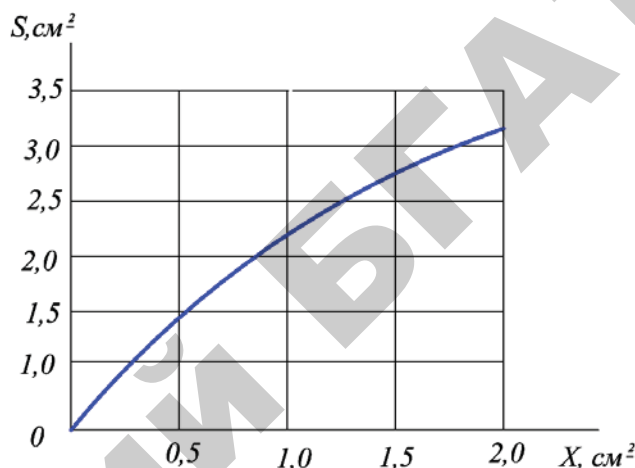


Рисунок 2. Профиль клапана – штока расходомера

Расходомер можно установить в зависимости от целей испытаний, либо в напорную, либо сливную магистраль гидросистемы. Для работы расходомера при включении в напорную магистраль с большим давлением рабочей жидкости, необходимо изменить жесткость пружины 3. Для этого в конструкции датчика предусмотрена возможность регулировки жесткости пружины с помощью гайки 5, которая наворачивается на резьбу трубчатой направляющей 6. Жесткость пружины подбирается из следующего соотношения:

$$Z_{np} \geq 0,28 P_{max},$$

где P_{max} – максимальное давление жидкости в магистрали, кг/см².

Заключение

В работе обоснована возможность получения линейной зависимости расхода жидкости от перепада давления на сужающемся отверстии, снабженном клапаном – штоком. Клапан поджимается к отверстию пружинной, а профиль клапана выполнен с параболической образующей, что позволяет получить линейную зависимость расхода от перепада давления. Это позволяет упростить тарировку расходомера, подобрать регистратор и повысить точность измерения. Значения коэффициентов уравнения при заданном диапазоне расхода и диаметре сужающего отвер-

ствия позволяют определить основные параметры конструкции предлагаемого расходомера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пелевин, В.Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. – Мн.: Новое знание; М.: ИНФРА – М, 2013. – 272 с.
2. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справоч. в 2 кн. / П.П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2002. – Кн. 1. – 409 с.
3. Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справоч. в 2 кн. / П.П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2004. – Кн. 2. – 410 с.

4. Ловкис, З.В. Гидроприводы сельскохозяйственных машин / З.В. Ловкис. – Мн.: Ураджай, 1986. – 216 с.

5. Турчин, А.М. Электрические измерения неэлектрических машин / А.М. Турчин [и др.]; под ред. П.В. Новицкого. – Л.: Энергия, 1975. – 575 с.

6. Методика расчета и минимизации энергоемкости продукции растениеводства / В.Б. Ловкис [и др.] // Агропанорама, 2007. – №4. – С. 10-15.

7. Кравцов, А.М. Ротаметрические измерения расходов и свойств жидкостей / А.М. Кравцов // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ, 2003. – № 6. – С. 76-82.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 27.04.2016

УДК[631.16 : 658.155]; 629.1114.2.001.24

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕТА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТРАКТОРНЫХ РАБОТ И СОСТАВА МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКА

А.В. Новиков,

профессор каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В.Я. Тимошенко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Д.А. Жданко,

зав. каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Г.Ф. Добыш,

доцент каф. управления и научно-технического прогресса ИПК и ПК БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

В статье рассмотрены недостатки существующей методики выбора условного эталонного гектара, как единицы учета механизированных работ и условного эталонного трактора – единицы учета состава тракторного парка. Рассмотрены новые подходы к их обоснованию.

Ключевые слова: трактор, плуг, машинно-тракторный парк, наработка, условный эталонный гектар, объем механизированных работ, мощность, производительность, расход топлива.

In the article shortcomings of the existing technique of the choice of conditional reference hectare, as accounting unit of the mechanized works, and a conditional reference tractor – an accounting unit of tractor park structure – as well as new approaches to their reasons are considered.

Keywords: a tractor, a plow, machine and tractor park, an operating time, conditional reference hectare, amount of the mechanized works, capacity, performance, fuel consumption.

Введение

Для учета объема механизированных тракторных работ, выполняемых в сельскохозяйственных предприятиях Республики Беларусь, в настоящее время используется условный эталонный гектар, а для учета состава тракторного парка – условный эталонный трактор.

В течение сельскохозяйственного года тракторы выполняют самые разные работы и объем каждой работы первично учитывается в физических единицах – га, т, ткм. Многие работы не нормируются, а учи-

тываются в астрономических часах затраченного на их выполнение времени. Для учета общего объема выполненных тракторами работ и определения удельных показателей, характеризующих уровень организации использования тракторного парка и удельную энергоемкость выполненных работ, потребовалась единица измерения, позволяющая хотя бы примерно вести такой учет.

Ввиду большого перечня выполняемых тракторами работ и широкой номенклатуры используемых тракторов, потребовались единицы измерения как