

## Компютърен стенд за изпитване хидравличните системи на земеделски машини за пиково налягане

Илиян Цветков, Андрей Андреев, Тошо Станчев, Георги Рашков

**A Computer Installation for testing the Hydraulic Systems of Agriculture Machinery for Peak Pressure:** *The paper presents a low budget design of a microcontroller device intended for data acquisition in hydraulic systems peak pressure testing installation, related to ISO/OECD code 2 standard for agriculture machinery testing. There are considered the structure, basic modules hardware and software solutions of the practical application. This installation is intended in the government testing laboratory of the "Agriculture and Forestry Machinery Testing Centre" – Ruse, Bulgaria.*

**Key words:** *Data acquisition systems, Agriculture machinery testing, Electrical measurements.*

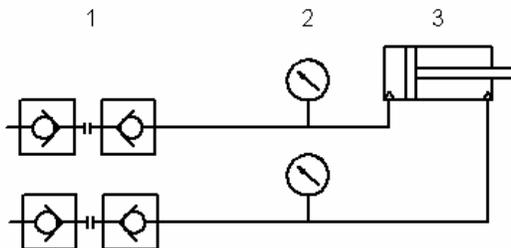
### ВЪВЕДЕНИЕ

С развитието на земеделската техника се развиват и изискванията, на които тя трябва да отговаря. Затова през последните години са приети или изменени редица международни стандарти, както по линия на ЕС, така и на ООН, като от 2010 г. е приета система от единни световни стандарти за изпитване на земеделски машини по т.нар. OECD кодове [2]. Българската държава, като член на ЕС също има задължението да организира внедряването и спазването на международните стандарти, като задачата е поверена на съответните акредитирани държавни изпитателни лаборатории. За извършването на подобни операции обаче е необходимо да бъдат създавани специализирани измервателни средства, стендове и установки, отговарящи на изискванията, поставени от стандартите, което налага да бъдат разработвани съответно нови електронни и микропроцесорни устройства.

Едно от многобройните средства, необходими за изпитването на земеделските машини по кодовете на OECD е свързано с регистрирането на пиковите налягания в хидравличните им системи [1]. Затова е разработен специализиран стенд, отговарящ на изискванията, поставени по код 2 на OECD [1].

### ИЗЛОЖЕНИЕ

За измерване на пиковото налягане, в линията между двойката щуцери предназначени за свързване на прикачни и навесни машини, се присъединява т.нар. изпитателен комплект (фиг. 1).



Фиг. 1. Комплект за изпитване на пиково налягане.

1 - Двойка щуцери на трактора; 2 - Сензори за налягане; 3 - Цилиндър.

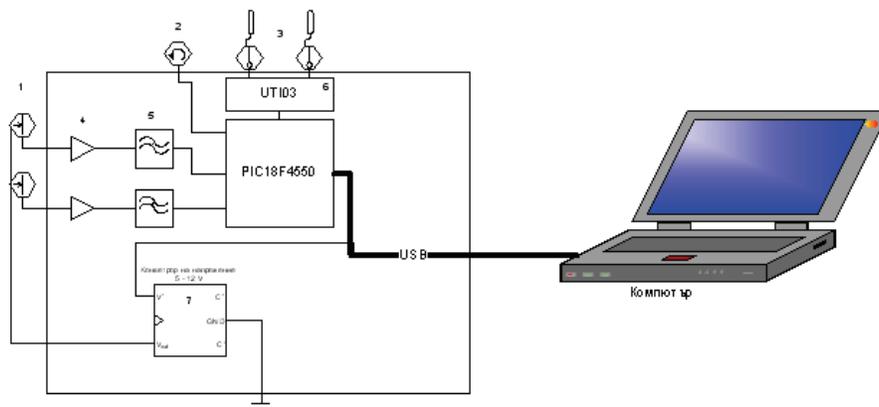
Изпитателният комплект се състои от цилиндър 3 с двойно действие без амортизатор и два хидравлични маркуча с дължина  $2\ 500\text{ mm} \pm 100\text{ mm}$ , с номинален вътрешен диаметър 10 mm и крайници размер 12,5, съгласно ISO 5675 на всеки край. Според стандарта цилиндърът трябва да има следните размери: диаметър на

отвора 80 mm  $\pm$ 5 mm, стебло с диаметър 30 mm  $\pm$ 5 mm и ход 200 mm  $\pm$ 10 mm. На разстояние до 100 mm от всеки щуцер, свързващ хидравличния цилиндър към трактора, трябва да бъде свързан датчик за налягане и записващо оборудване с възможност да показва нарастване на налягането със скорост 700 MPa/s.

Освен пиковото налягане, едновременно трябва да бъдат измервани и следните параметри: налично налягане при използване на една двойка щуцери при максимален дебит; обороти на двигателя; температурата на маслото; налично диференциално налягане при използване на една двойка щуцери при стандартен дебит 30 l/min за трактори от категория 1 или 50 l/min за трактори от категории 2 или 3; максимално налягане в линията за връщане; максималното вързано в картера налягане; температурата на охлаждащата течност на двигателя.

Записа на измерваните параметри трябва да се осъществява в продължение минимум на 15 пълни цикли за излизане и прибиране на буталото в хидроцилиндъра. Това предполага наличието на възможности за съхранение на потока данни, получавани в продължение поне на 5 минути без прекъсване.

В съответствие с посочените изисквания е разработено специализирано микропроцесорно устройство, предназначено за отчитане и записване, посредством микрокомпютър на измерваните параметри и влизащо в състава на изпитателния стенд. Блокова схема на хардуерната част е показана на фиг. 2.



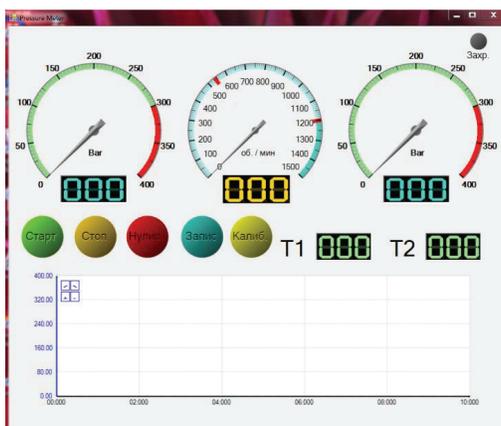
**Фиг. 2. Блокова схема на микропроцесорна система за събиране на данни, при изпитване за пиково налягане.**

1 - Сензори за налягане; 2 - Сензор за честота на въртене; 3 - Температурни сензори; 4 - Буферни усилватели; 5 - Нископропускателни филтри; 6 - Преобразовател; 7 – Конвертор на напрежение.

Системата за събиране на данни е базирана на 8 битов едночипов микрокомпютър PIC18F4550 (фиг. 2). Основните предимства за този избор са продиктувани от ниската цена и функционалните възможности, включващи наличието на USB 2.0 контролер, многоканален 10 разреден аналого-цифров преобразовател, висока производителност ниска консумация. Наляганията в хидравличния изпитателен комплект (фиг. 1) се регистрират от сензорите за налягане 1 (USS PTD.400121) (0-400 Bar), захранвани с напрежение 12V от конвертора на напрежение 5->12V – 7. Сигналите от тях се усилват и съгласуват от буферните диференциални усилватели 4, а след това се филтрират, с цел избягване на високочестотни смущения, от ниско пропускащите честотни филтри 5 тип „Butterwoth“. Филтрираните сигнали се семплират от аналого-цифровия преобразовател, вграден в едночиповия микрокомпютър. Честотата на дискретизация е фиксирана на 100 Hz и това отговаря на динамиката на процесите в

хидравличните системи, където максималните честоти на осцилация са около 10 пъти по-ниски. Разрешаващата способност по отношение на налягането е 0,4 Bar, което отговаря на изискванията на стандарта. Честотата на въртене се регистрира от сензор на Хол, като продължителността на импулсите от тях се измерва от таймер, вграден в едночиповия компютър, с точност <0,1  $\mu$ S. Температурите на маслото и охлаждащата течност на двигателя се регистрират от сензорите 3 (Pt100) и след преобразуване от универсалния преобразовател 6 (UT103) се отчитат от втори таймер в едночиповия микрокомпютър. Данните от измерванията се предават в реално време по USB интерфейса към персонален или преносим компютър, където се обработват, изобразяват и записват. Захранването на цялата система става от USB порта на компютъра, с което отпада необходимостта от допълнителни енергийни източници и позволява извършването на изпитванията в полеви условия.

За изобразяване, съхранение и анализ на получените данни в резултат от измерванията по време на изпитванията е разработен специализиран приложен софтуер (фиг. 3).



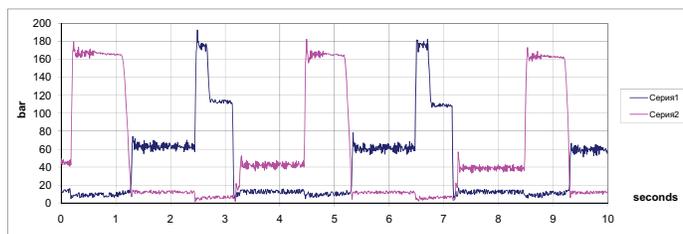
Фиг. 3. Приложен софтуер на стенд за изпитване на пикова мощност

Приложният софтуер е написан на C++ и C# за Microsoft Visual Studio 2008 Express Edition. Измерваните величини се изобразяват посредством виртуални инструменти. За ефективен анализ и отчитане на пиковите стойности е предвиден графичен панел, симулиращ работата на пишещ уред. На този панел се изобразяват графично петте измервани величини във функция на времето, като е възможно след това за всяка една от тях с преместване курсора на мишката да бъдат показвани и моментните стойности. Данните могат да бъдат записвани във текстов файл и обработвани в последствие с други програмни продукти от рода на Excel и др. Предвиден е панел за задаване на настройки и калибровъчни коефициенти. Графичният интерфейс позволява използването на таблети и тъч дисплеи.

Цялостната реализация на компютърният стенд за изпитване хидравличните системи на земеделски машини за пиково налягане е показан на фиг. 4. Използването на сензор на Хол позволява отчитането оборотите на двигателя да става посредством вала за отнемане на мощност (BOM) при трактори, където задвижването е с твърда механична предавка, както е показано на фиг.4. При трактори и машини в които задвижването на BOM става хидравлично или посредством вариатор, отчитането честотата на въртене на двигателя може да става от зъбния венец на маховика, където по правило има предвиден отвор за диагностика.



Фиг. 4. Общ вид на компютърен стенд за изпитване хидравличните системи на земеделски машини за пиково натоварване.



Фиг. 5. Примерен запис за промяната на наляганията в хидравличната система

Примерен запис на резултатите за наляганията, получени посредством системата са дадени на фиг. 5. Записът показва измененията за два пълни цикъла и половина, след допълнителна обработка с програмния продукт Microsoft Excel.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компютърният стенд за изпитване хидравличните системи на земеделски машини за пиково натоварване е тестван и внедрен в „Центъра за изпитване на земеделска, горска техника и резервни части“ (ЦИЗГТРЧ) – Русе. Практиката показва, че той може да бъде прилаган не само при изпитвания, свързани с кодовете по OECD, но и при други такива, свързани с измерване на налягания, температури и честота на въртене.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Международен стандарт – ISO/OECD789-10, 2006 г.

[2] Международен стандарт – OECD Code 2, 2010 г.

#### За контакти:

Гл. ас. д-р инж. Илиян Стефанов Цветков, Катедра “Теоретична и измервателна електротехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 415, e-mail: [i\\_tsvetkov@uni-ruse.bg](mailto:i_tsvetkov@uni-ruse.bg)

инж. Андрей Теодосиев Андреев, ЦИЗГТРЧ – Русе, e-mail: [a.andreev@mail.bg](mailto:a.andreev@mail.bg)

Гл. ас. д-р инж. Тошо Йорданов Станчев, Катедра “Теоретична и измервателна електротехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 505, e-mail: [tys@uni-ruse.bg](mailto:tys@uni-ruse.bg)

доц. д-р инж. Георги Рашков Георгиев, Катедра “Теоретична и измервателна електротехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 412, e-mail: [grashkov@uni-ruse.bg](mailto:grashkov@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**