SAT-9.3-1-HP-03

Automated test bench for study the characteristics of centrifugal pumps in their work with pipe system

Hristo Hristov, Georgi Iliev

Автоматизиран стенд за изследване характеристиките на центробежни помпи в съвместна работа с тръбна система

Христо Христов, Георги Илиев

Abstract: *Design and operation of the pumps is essential knowledge of the static performance of centrifugal pumps. In many cases, the systems use two pumps to work in series or in parallel. The article presents a developed automated test bench for testing the characteristics of centrifugal pumps in their work with pipe system. Collection and processing of data from sensors used measuring system based on USB Data Acquisition device from National Instruments. LabVew special virtual instrument is created for real-time calculated and displayed in graphic form the characteristics of the pumps. As a result in paper are shown graphically characteristics of the tested pumps and in its parallel and serial connection.*

Keywords: *Centrifugal pumps, Automated test bench, Data Acquisition*

ВЪВЕДЕНИЕ

Познаването на работните характеристики на центробежните помпи е определящо при проектирането на различни инсталации и системи за транспортиране на флуиди. Експерименталното определяне на характеристиките е удобно да се реализира на автоматизирани стендове с използване на съвременни системи за събиране и обработка на данни.

В катедра “Енергийна техника” на Технически Университет - Габрово е разработен и конструиран автоматизиран стенд за изследвне характерситиките на центробежни помпи в съвмесна работа с тръбна система. За нуждите на експеримента е разработен специализиран виртуален инструмент за запис и обработка на опитните резултати. Стендът позволява да се изследват работните характеристики на помпите както в успореден така и в последователен режим на работа.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Автоматизираният стенд - фиг. 1 е предназначен за енергийно изпитване на едностъпални центобежни помпи при постоянна честота на въртене и възможност за превключване в последователна и успоредна работа на две помпи.

Две помпи се свързват да работят последователно тогава когато всяка от тях по отделно не може да изкачи течността на определена геодезична височина, а успоредното когато количеството флуид от едната не е достатъчно да покрие разхода на течност консумирана от потребителите [1]

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

Целта е да се построят работните характеристики на помпите както по отделно така и в успореден и последователен режим на работа с тръбната система [2, 4].

Първа помпа засмуква вода от резервоар 1 през обратен клапан 2 преминава през смукателния тръбопровод където е монтиран датчик за налягане 14 (M/V) и елетромагнитен клапан 12 е в отворен положение водата постъпва в помпата която изпраща течността в нагнетателния тъбопровод на които е монтиран датчик на

налягане 13 (M), дебитомер 6 и сферичен кран 5 служещ за изменение на нейния дебит.

Помпата се задвижва от електродвигател с променлив ток 220V мощност 0,37 kW и честота на въртене 2900min^{-1}.

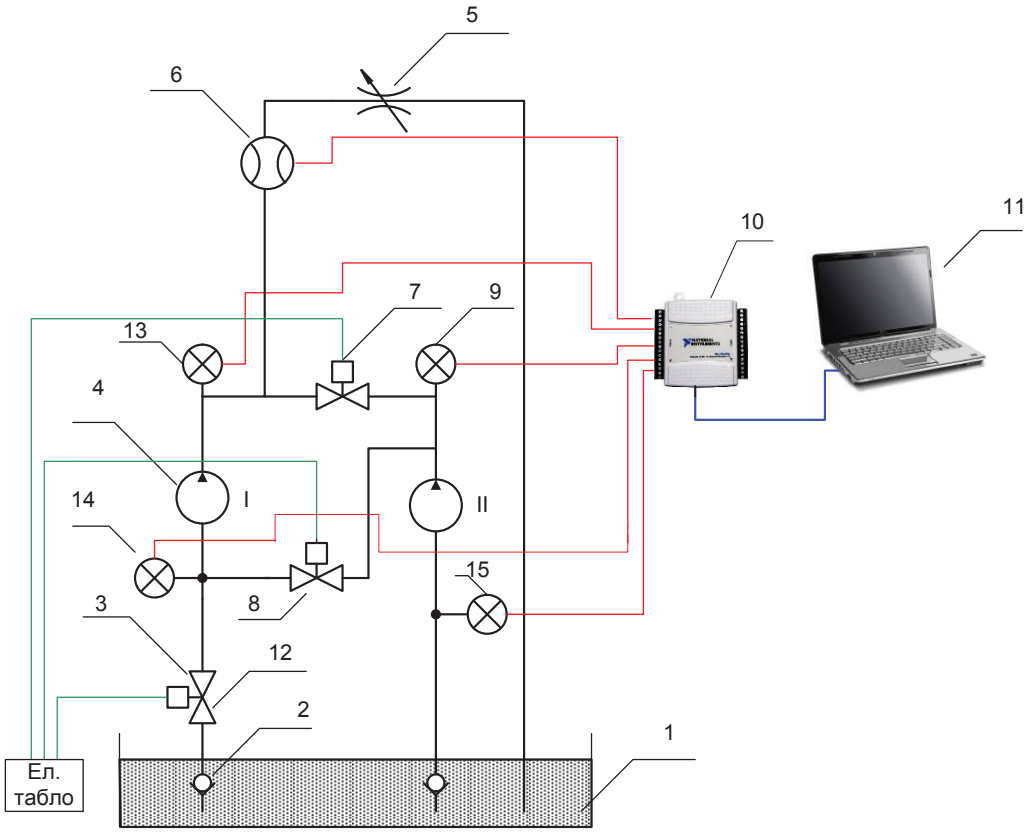
За измерване на напора на помпата служат датчините за налягане “Sensormatic IPS-G-406” монтирани на смукателния и нагнетателния тръбопровод.

$$H = M + V + \Delta z \qquad (1)$$

M - отчита се от датчик за налягане 13;

V - отчита се от дачик за налягане 14;

Δz - е височината на осите от точката на свързване на датчик 13 и 14.



Фиг. 1 Схема на експерименталния стенд

1- резервоар с вода;2 – обратен клапан;3 - спирателен кран;4 - помпа;5 - сферичен кран;
6 - дебитомер с вграден термометър; 7,8,12 –електромагнитни калпани за вода;
9,13,14,15 - датчик за налягане; 10 терминална платка; 11 - PC

Дебитът се измерва от дебитомера 6 „Sika” монтиран на нагнеталния тръбопровод.

Сигналите от датчиците се подават в автоматизираната система за обработка на данни National Isntruments, NI USB-6009” която се използва и специализирания софтуер LabVew.

Създаден е виртуален инструмент за обработка на данните – фиг. 2, изпълняващ следните основни функции:

1. Снемане на данните от входните канали в следния ред

1.1 Измерване на налягането от манометър 9

1.2 Измерване на налягането от манометър 13

1.3 Измерване на налягането от Вакуумметър 15

1.4 Измерване на налягането от Вакуумметър-манометър 14

1.5 Измерване на дебит 6

1.6 Измерване на температурата на флуида

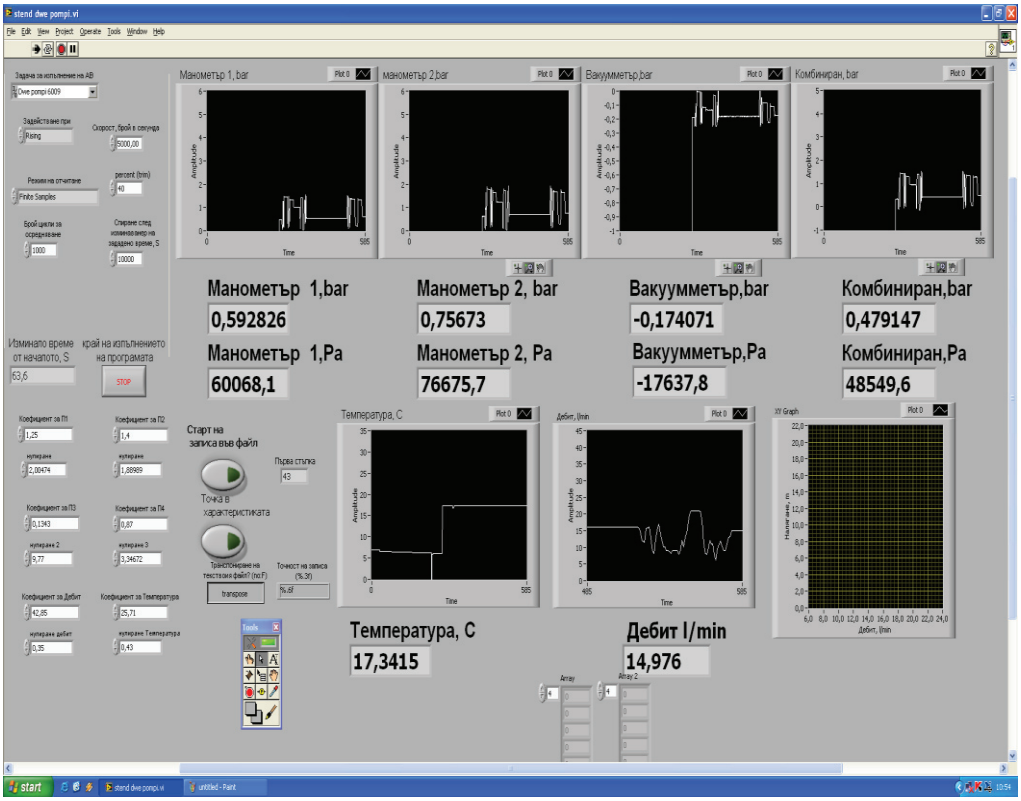
1. **Изчисляване и представяне в графичен вид работните характеристики на системата в реално време на дисплея на комютъра**

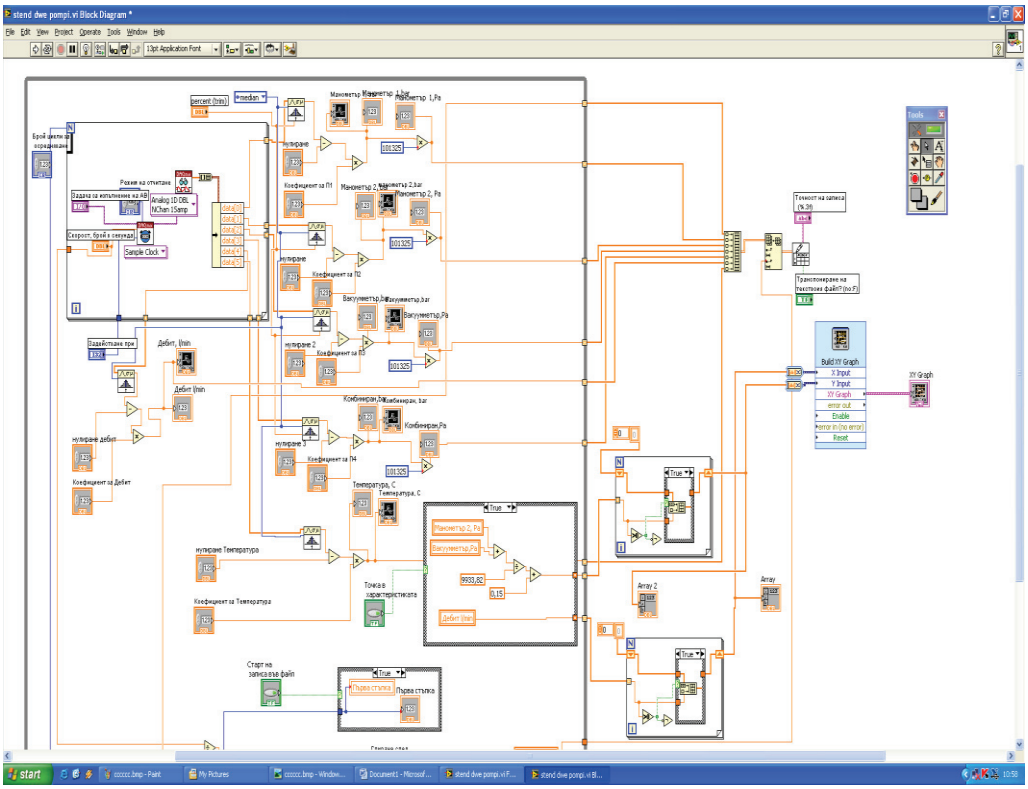
Ред на на провеждане на експеримента

За получаване работната характеристика на една помпа, е необходимо да се запишат 10-12 точки за всяка настройка на сферичния кран от нулев дебит до максимален.

Стартира се виртуалният инструмент, пуска се помпата, сферичния кран 5 е напълно затворен записват се даните от измервателната система. Опитът се повтаря при различни настройки на кран [3].

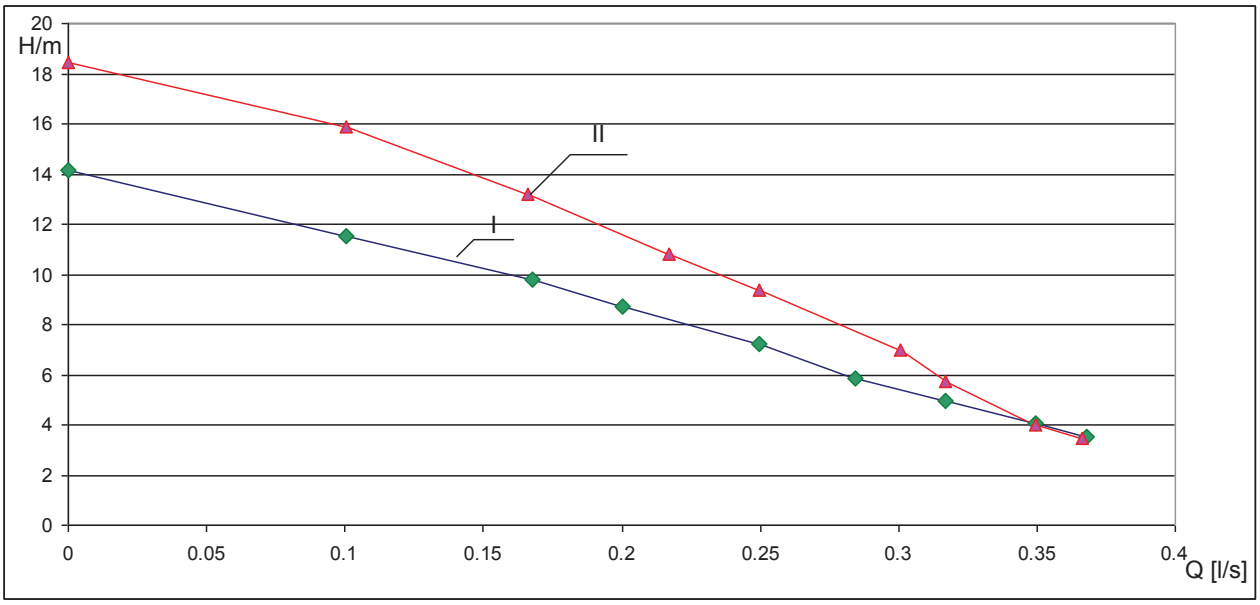
Следи се дали има изменение на честотата на въртене на електродвигателя с безконтактно измерване на вала на ротора. Записва се тока на електродвигателя, напрежението и мощността.





Фиг. 2. Виртуален инструмент

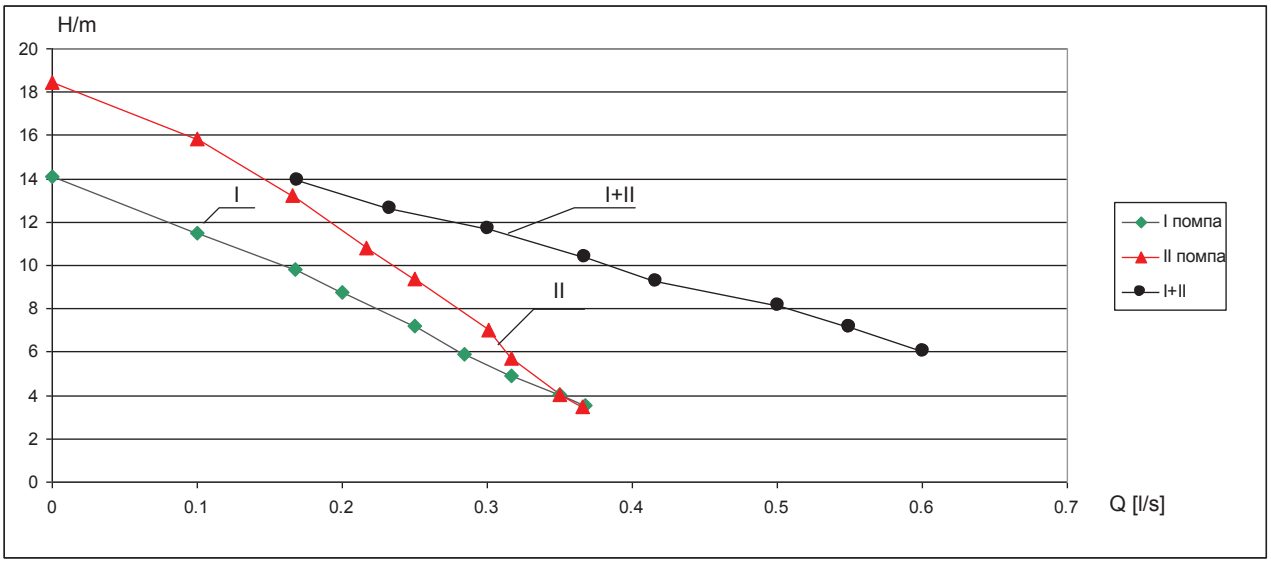
За експеримента с втора помпа е неоходимо да се затвори електомагнитен клапан 12 а да се отвори електромагнитен клапан 7, пуска се електродвигателя на другата помпа. Реда на експеримента се повтаря като е описан по горе [1 ,2, 3]. Експерименталните работни характеристики на двете помпи, работещи самостоятелно с тръбната система са показани на фиг. 3.



Фиг. 3. Експериментални работни характеристики на първа и втора помпа

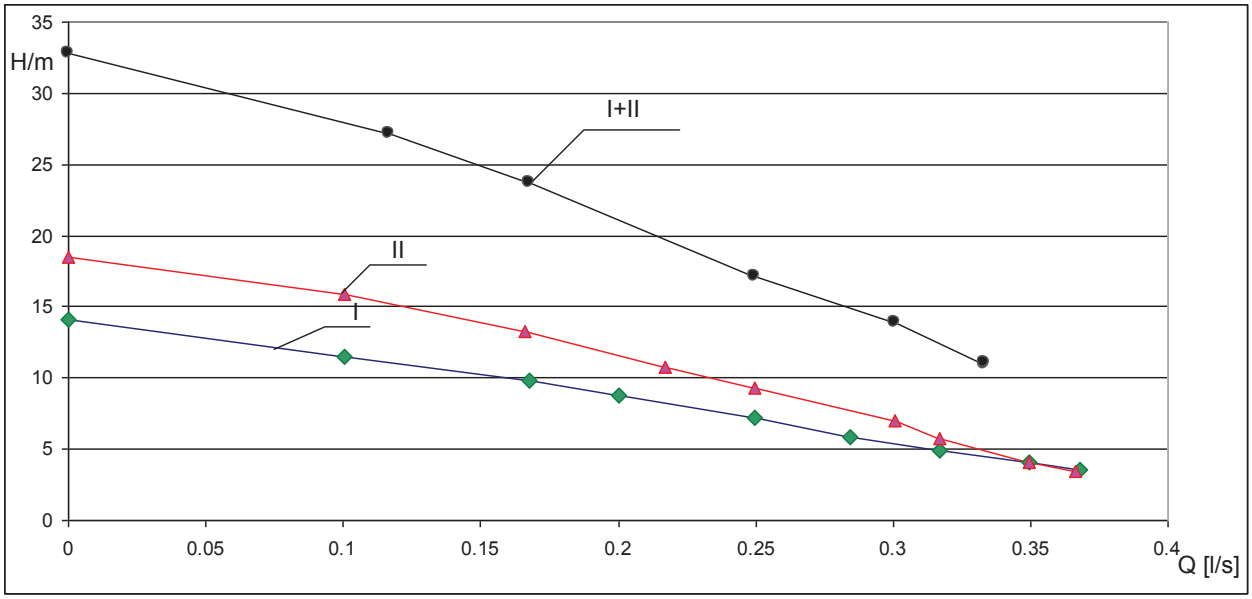
За получаване на работната характеристика на паралелна работа на двете помпи, електромагнитни клапани 7 и 12 са отворени, а електромагнитен клапан 8 е затворен, пускат се и двете помпи, първоначалното положени на сферичен кран е в затворено положение, записват се експерименталните данни при различна

настройка на сферичния кран. Експерименталната работна характеристики на двете помпи, работещи паралелно с тръбната система са показани на фиг. 4.



Фиг. 4. Характеристики на първа и втора помпа в паралелен режим на работа

За последоватена работа на двете помпи, електромагнитния клапан 8 е отворен, а електромагнити клапани 7 и 12 са затворени, пускат се и двете помпи, първоначалното положени на сферичен кран е в затворено положение, записват се експерименталните данни при различна настойка на сферчния кран. Експерименталната работна характеристики на двете помпи, работещи последователно с тръбната система са показани на фиг. 5.



Фиг. 4. Характеристики на първа и втора помпа в последователен режим на работа

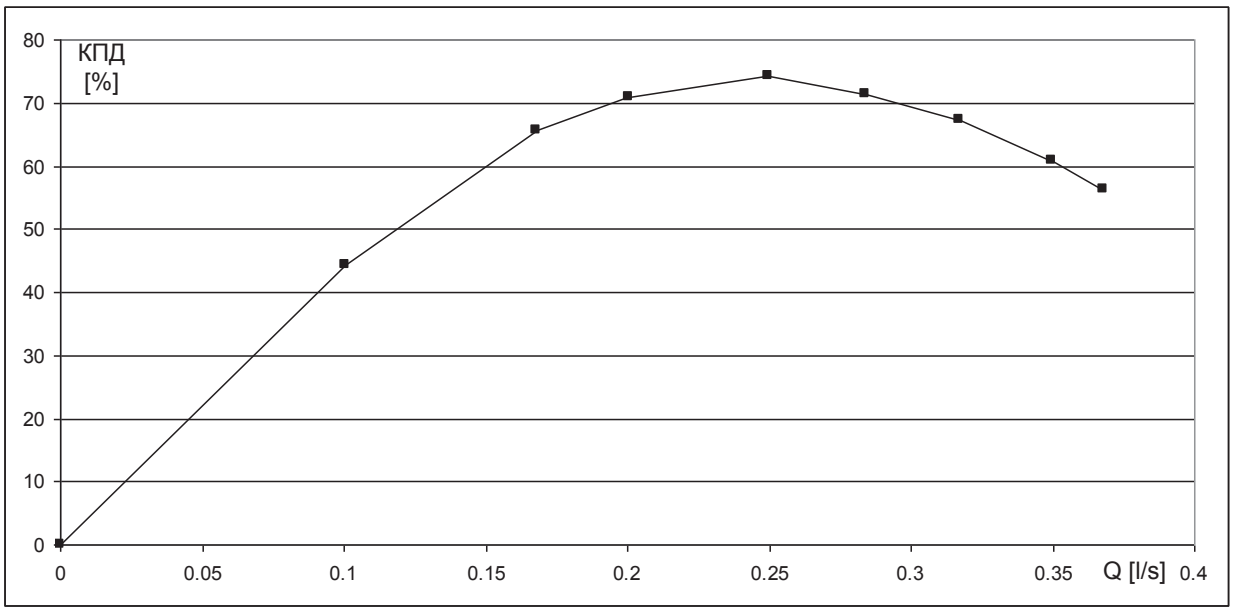
Коефициентът на полезно действие η при работните машини представлява отношението между полезната мощност на помпата и действителната консумирана мощност

$$\eta = \frac{Pп}{P} \tag{2}$$

Полезната мощност се определя от:

$$Pп = \rho g Q H \tag{3}$$

ρ - плътност на водата; g - 9,81, m/s^2; Q - дебит, m^3/s; H - напор, m.



Фиг. 6 Експериментално снет КПД на първата помпа

Автоматизираната система обработва в реално време данните за определяне на кпд. Експерименталната характеристики на изменението на кпд на помпа е показано на фиг. 6.

Фиг. 7 Експериментален стенд

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Създадения експериментален стенд дава възможност да се определят работните характеристики на центробежни помпи, както при работата им самостоятелно, така и при последователна и паралелна работа. В реално време се измерват и записват данните, които могат да се представят в графичен вид.

Литература

[1] Иванов, Петър, Хр. Христов. Механика на флуидите, Габрово 2009.
[2] Грозев, Гр. В. Обретенов. Ръководство за лабораторни упражнения по водни турбини помпи и вентилатори, София, Техника 1985.
[3] Iliev, G., A. Anchev, Hr. Hristov, S. Rachev. Stand for experimental study of dynamik processes in electro-pneumatik tracking system XXII International Conference "Ecological Truth" ECO- IST '14 (124-130).
[4] Христов Х., Рачев С., Илиев Г., Димитров Л., Експериментално изследване характеристиките на вятърно - помпен агрегат, том 2, стр. 366-371, UNITECH'11, Габрово, 2011.

За контакти:
Доц. д-р инж. Христо Н. Христов "Енергийна техника", ТУ - Габрово" christo@tugab.bg
Инж. Георги Славчев Илиев, кат. "Енергийна техника", ТУ - Габрово"

Докладът е рецензиран.