



УПРАВЛЕНИЕ НА СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА МАТЕРИАЛИТЕ ПРИ ВИСОКИ ТЕМПЕРАТУРИ

Николай НИКОЛОВ, Веселин ЦОНЕВ, Ленин ЛАЗОВ

Технически университет-София, катедра "Съпротивление на материалите"
София 1000, бул. "Кл. Охридски" №8, бл.1, тел. 02 965 3291, e-mail: nyky@tu-sofia.bg

Резюме: В тази статия е разгледана разработката на управление на стенд за изпитване на материалите при високи температури. Дадено е кратко описание на стенда. Дефинирани са изискванията към управлението, от които в голяма степен зависи функционалността на стенда. Дадена е схема на реализираното управление, с описание на добавените блокове и елементи. Описани са възможностите за работа на стенда при аварийни режими, заложиени в специални програми на управлението.

Ключови думи: електронно управление; изпитване на материалите, пълзене

CONTROLLING OF STAND FOR MATERIALS TESTING AT HIGH TEMPERATURES

Nikolay NIKOLOV, Veselin TSONEV, Lenin LAZOV

Summary: This article examined the development of control of stand for materials testing at high temperatures. A short description of the stand is given. Requirements for the stand control are defined, of which largely depends on the functionality of the stand. A scheme is taking place, with a description of the added blocks and elements. Described are the opportunities for work in emergency situations.

Key words: electronic control, testing of materials, creep

Въведение

При производството на конструкционни елементи, предназначени за работа при високи температури, трябва да се провеждат експериментални изследвания за установяване поведението на материалите при тези температури, независимо дали се използват утвърдени или нови марки материали. Техниката за изпитване на материалите при високи температури е сложна, специфична и скъпа. Затова закупуването на готови изпитвателни стендове е неизгодно. Опитът показва, че в повечето случаи е целесъобразно купуването на отделни компоненти и собствено разработване на останалите елементи и софтуерни продукти, според целите на изследването. Така научноизследователският екип има възможност да поддържа и усъвършенства техниката в хода на продължителната работа, наложена от естеството на изпитванията. Освен това, изследователите могат по-добре да оценят въздействието на изпитвателната техника върху експерименталните резултати, което е предпоставка за по-точното им тълкуване.

Описание на стенда

На фиг.1 е показана снимка на стенд за кратковременно или продължително изпитване на материалите при високи температури, създаден със съвместните усилия на изследователи от Технически университет-София и "Центромет" АД – гр. Враца.

Стендът се състои от изпитвателна машина, нагревателен модул и възприематели.

Изпитвателната машина е съставена от:

- Корпус. Състои се от стойка 11, три хоризонтални траверси 1, 2 и 10, средната от които (2) е подвижна, и две вертикални колони 4.
- Натоварваща система. Състои се от стъпков електродвигател 12, редуктор 13, сачмено-винтова двойка 9.
- Еластичен елемент 7.
- Захвати (горен 3 и долен 6).



Фиг.1 Стенд – първоначален вид

Нагревателният модул се състои от камера за високи температури 5 (електрическа пещ с работна температура до 1100 °C), захранващ и управляващ блок 14. Пещта има три секции с по два нагревателя, които се управляват поотделно [Николов и др. 2009].

Предвидено е през изрез в предната стена на пещта да се монтират два екстензометъра. С тях при необходимост по време на изпитването могат да се измерват надлъжната и напречната деформации на пробното тяло.

Първоначално стендът разполага с два вида възприематели:

- възприемател на силата, с която е натоварено пробното тяло (силомер) 8;
- три термодвойки, с които се контролира температурата в пещта и се управляват поотделно трите секции с нагреватели.

В началото стендът разполага само със система за управление на пещта. Тази система включва три терморегулатора. Те отчитат показанията на термодвойките и включват/изключват нагревателите от съответната секция за поддържане на температурата в зададените граници. Терморегулаторите имат дисплеи за показване на текущата температура, както и интерфейс за връзка с други електронни устройства.

Задачи на разработката

Цел на настоящата разработка е да се създаде управление на показания стенд. Управлението трябва да има следните възможности:

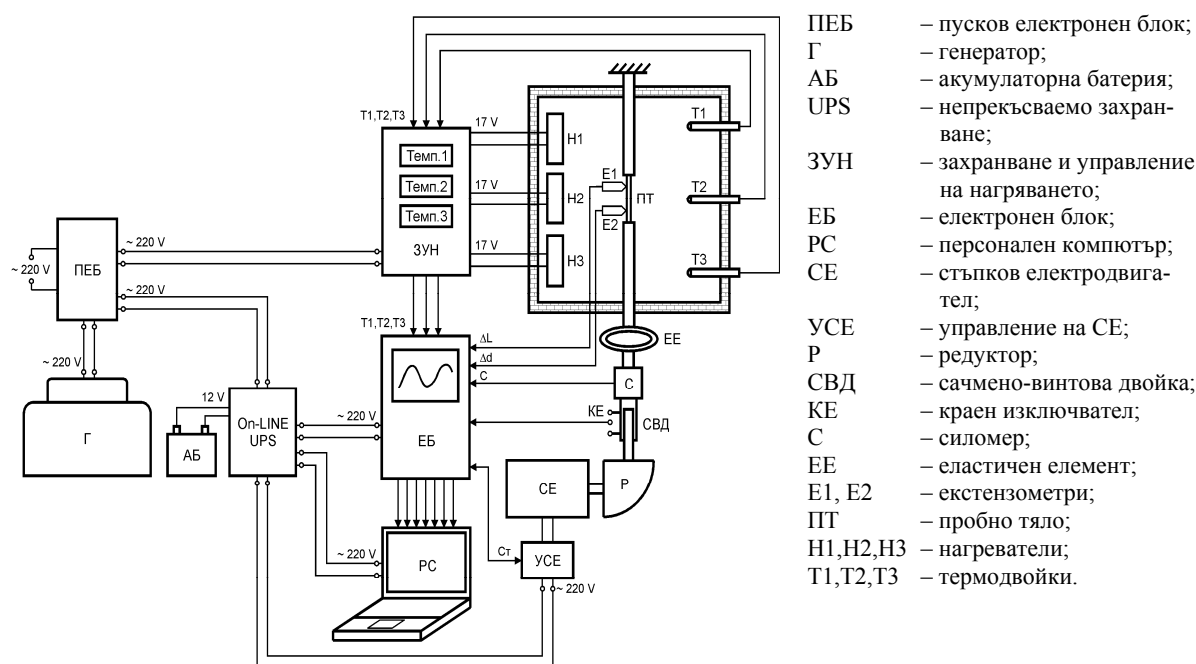
- Прецизно регулиране на натоварването. За целта с електронен блок (ЕБ) трябва да се управлява стъпковият електродвигател (СЕ).
- Поддържане на постоянна сила в пробното тяло. За целта ЕБ трябва да получава като обратна връзка сигнал от силомера.
- Поддържане на постоянно напрежение. При този режим е необходимо натоварването да се изменя пропорционално на промяната в напречното сечение на пробното тяло. За целта ЕБ трябва да получава сигнал от екстензометър за измерване на напречната деформация.
- Програма за управление на стенда при излизане на температурата от зададените граници (например поради повреда в пещта). За целта е необходим ЕБ, който да получава информация от трите термодвойки за управление на пещта;
- Аварийно електрозахранване.

- Необходима е и компютърна програма, която да обработва, визуализира и записва подаваната от електронните блокове информация.

Принципна схема на реализираното управление, с което се решават поставените по-горе задачи, е показана на фиг.2.

Възприемателите за сила (С) и деформации (Е1 и Е2) са изработени на принципа на преобразуване на механичната деформация в пропорционален електрически сигнал – пълномостова тензометрична схема. Това позволява да се обединят измервателните усилватели в един модул (многоканален тензометричен усилвател). Този модул, микропроцесорният контролер и дисплея за управление са поместени в един блок, означен на фиг.2 като ЕБ. ЕБ следи и показанията на термодвойките. В него е вградена програма, която прекратява експеримента, ако температурите излязат извън зададените граници. ЕБ получава сигнал и от крайните изключватели КЕ. Той прекратява движението на СЕ при достигане на зададените крайни положения.

Схема на дисплея на ЕБ и показваната на него информация е дадена на фиг.3. Програмирането на ЕБ се извършва чрез клавиатура, разположена на лицевия му панел (фиг.4). От тази клавиатура се задават следните параметри:



Фиг. 2 Принципна схема на реализираното управление на стенда

- калибровъчни стойности на каналите за сила, надлъжна и напречна деформация;
- диаметър на пробното тяло ПТ;
- режим на работа – изпитване при постоянна сила или при постоянно напрежение;
- режим на натоварване – трапецовиден, синусоидален или триъгълен. За всеки профил могат да се дефинират: брой цикли; начална, крайна и максимална стойност на натоварването; време за натоварване, задържане и разтоварване;
- времеви интервал, през който да се записват измерваните величини.

ЕБ разполага със собствена памет, в която могат да се записват измерените величини (зададена и отработена сила, надлъжна и напречна деформация, температури в пещта, брой стъпки на СЕ). Ако стендът работи без връзка с компютър, данните се записват само в паметта на ЕБ, която е достатъчна за 1200 записа. Когато изпитването е с голяма продължителност или е необходимо данните да се записват с малка стъпка по време, ЕБ се свързва с компютър. В този случай данните се предават в реално време към компютъра. Там информацията се обработва, визуализира и записва с помощта на специално създадена програма.

Управление при аварийни ситуации

Прекъсване на електрозахранването

Прекъсването на електрозахранването поражда следните проблеми:

- Намалява температурата в пещта;
- Спира управлението на натоварването. Понеже положението на СЕ е фиксирано, вследствие свиване на захватите и пробното тяло от намаляване на температурата, силата в пробното тяло нараства, което нарушава условията на провеждания експеримент;
- Спира захранването на компютъра и ЕБ, което води до загуба на данни.

При спиране на захранването към нагревателите температурата в пещта намалява бавно, като остава в зададените граници в рамките на няколко минути. Това време е достатъчно, за да стартира аварийно електрозахранване, осигурено с бензинов генератор Г, без да се нарушат условията на експеримента. При спиране на захранването към електронния блок ЕБ и компютъра РС обаче, дори и за части от секундата, те се рестартират и експериментът се прекъсва. Следователно, необходими са две системи за аварийно захранване. Една маломощна и сработваща мигновено за ЕБ, СЕ и РС. Втора, по-бавно сработваща, но с голяма номинална мощност и възможност за продължително действие, която да захрани ЗУН и да осигури за дълъг период от време електрическа енергия за всички елементи на стенда.

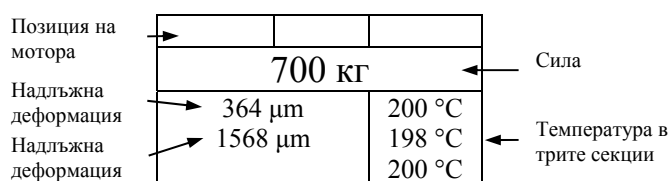
Аварийното електрозахранване е реализирано със следните устройства:

1. Пусков електронен блок ПЕБ. Този блок следи напрежението в електрическата система. Ако регистрира аномалии, по специална програма стартира на бензиновия двигател с вътрешно горене (ДВГ) на генератора Г. След заработване на генератора, прехвърля захранването на стенда към него. Този процес отнема 15-30 секунди. Когато ПЕБ регистрира възстановяване на напрежението в електрическата мрежа, той прехвърля захранването обратно към нея и гаси ДВГ на генератора.
2. Генератор Г с номинална мощност 5 kW. Състои се от монофазен генератор на променлив ток (220V/50Hz) и едноцилиндров бензинов ДВГ. Генераторът е съоръжен със стартерна автоматика и контрол, както и с предпазители на електрическите вериги.
3. Непрекъсваемо токозахранване On-LINE UPS. Реализира непрекъснато преобразуване на променливия ток в прав (12V), и на правия – обратно в променлив. Работи с външна акумулаторна батерия АБ с голям капацитет – 60 Ah, постоянно свързана към веригата. При отпадане на напрежението в електрическата мрежа захранването на включените консуматори продължава без прекъсване и без да е необходимо време за реакция. Устройството може да осигури аварийно захранване на УС, СЕ и РС за повече от един час.

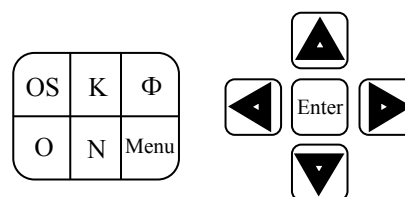
Ако поради някаква причина (например нестартиране на генератора или изчерпване на горивото му), ЗУН остане без захранване повече от една минута, се задейства аварийна програма в ЕБ, която разтоварва пробното тяло. Това води до прекъсване на експеримента, но позволява той да бъде продължен впоследствие, след възстановяване на електрозахранването (стандарт [EN 10291:2000] позволява провеждането на изпитвания с прекъсване).

Прекъсване на нагревател по време на работа

При прекъсване на нагревател по време на работа, ЗУН регистрира това и подава светлинен сигнал. Температурата се поддържа от останалия здрав от двойката нагреватели в съответната секция. Пещта е специално конструирана така, че нагревателите да могат да се подменят без да се прекъсва експеримента. За целта за кратко време се изключва само съответната секция. По време на смяната на нагревател ЕБ следи изменението на температурата. Ако отклонението в работната температура стане твърде голямо, експериментът се прекъсва [Tsonev et al. 2009].



Фиг. 3 Дисплей на ЕБ



Фиг. 4. Клавиатура на ЕБ

Достигане на крайни положения на сачмено-винтова двойка

Стендът е окомплектован с крайни изключватели КЕ, регистриращи крайните положения на сачмено-винтова двойка. При сработване на краен изключвател, пробното тяло се разтоварва и експериментът се прекратява.



Фиг.5 Стенд – окончателен вид

Заклучение

На фиг.5 е показана снимка на стенда в неговия окончателен вид (без екстензометрите и системата за аварийно захранване).

Реализираното управление регистрира сигналите от възприемателите с висока точност и прецизно управлява температурата в пещта и силата, с която се натоварва пробното тяло. Аварийното електрозахранване, в комбинация с програмите за работа при аварийни режими, заложи в ЕБ, както и възможността за смяна на нагреватели по време на работа, осигуряват на стенда висока надеждност, необходима за провеждане на продължителни изпитвания на пълзене (от порядъка на няколко месеца). Възможността за измерване на надлъжни и напречни деформации, и използването на напречната деформация като управляващ сигнал в системата за натоварване, позволява изпитване на пълзене при постоянно напрежение. Това дава на стенда допълнителни възможности за провеждането на цял клас изпитвания на пълзене, които са рядко срещани в нашата страна.

REFERENCES

1. Nikolov N., Tsonev V., Lazov L., Georgiev V.: Design of a heating device for long material testing at high temperature”, International Scientific Conference of the Faculty of Machine and Power Engineering, Sozopol, 17 September 2009, Vol. 1, pp. 187-192.
2. EN 10291:2000. Metallic materials – Uniaxial creep testing in tension – Method of test.
3. Tsonev V., Nikolov N.: Experimental study on heating device for testing materials, intended for a long work at increased temperatures. Proceedings of RaDMI 2009, Vol. 1, p. 401-406, Vrnjačka Banja, Serbia, 2009.