

Система за контрол и управление на процеса в експериментална сушилня

Николай Вълков, Донка Иванова, Валентин Стоянов, Ирена Вълкова

Control system for drying process in an experimental dryer: A data collecting software tool and transducer for drying processes are described in this paper. The main idea is to control the process of drying by measuring the parameters of the outgoing air mass through the combined transducer to reduce the energy costs. A specific web based software for data collecting and representing is described.

Key words: drying process, control, data collecting software.

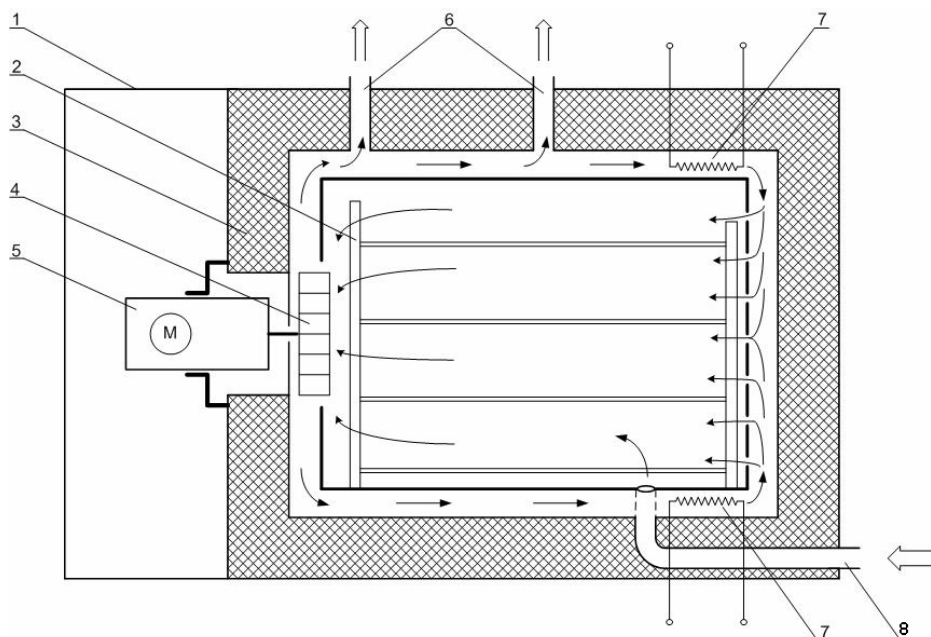
ВЪВЕДЕНИЕ

Сушилните процеси на плодове и зеленчуци са разнотипни и многообразни. Управляемите параметри в сушилната камера са температура, влажност и скорост на въздушния поток. Пряко въздействие може да се реализира над температурата и скоростта на въздушния поток, докато влажността е производен фактор. Използваният енергиен източник е електроенергия и при сушенето е нужно да се оптимизират процесите, за да се намалят енергийните разходи. В настоящия доклад е разгледана обобщена система от средства за измерване на температура, скорост на въздушен поток, маса, относителна влажност, консумация на електроенергия и програмнотехнически средства за регулиране на параметрите в определени граници.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Съществуващите промишлени сушилни са проектирани и конструирани, така че да не допускат съществени изменения и настройки на предварително зададените параметри. С цел намаляване на енергийните разходи е необходимо регулиране на всички параметри, влияещи на сушилния процес, и то в широки граници, и за различни плодове и зеленчуци. За реализация на сушилните процеси е конструирана експериментална сушилня, чиято функционална схема е показана на фиг.1. Използвана е налична температурна пещ, която допълнително е пригодена за управление на сушилните процеси. От температурната пещ са запазени камерите с температурната изолация, но има съществени изменения във въздушните потоци, за да се реализира процеса сушене. Металният корпус 1 изолира и запазва температурните полета в камерата. Плодовете и зеленчуците, които ще бъдат изсушавани се разполагат предварително нарязани и обработени на лесите 2. За да се запази температурата в камерата се използва термоизолация 3. Движението на въздушния поток в камерата се реализира от осев вентилатор 4, задвижван от трифазен асинхронен двигател 5. Отвеждането на изходящия въздушен поток е чрез въздуховоди 6, като има и отделен въздуховод 8 за постъпването на свеж въздух от околната среда. Загряването на въздуха в камерата се реализира от горен и долен нагревател 7. Допълнително е изведена централна ос, на която висят лесите, за да се контролира масата през време на сушене. Лесите, върху които се разполага материалът за сушене, са изработени от алуминиеви сплави, като са преследвани две цели - да са леки и да са от материали, позволяващи многократна употреба в температурно поле.

Изменението на температурата (Θ) в сушилната камера е в границите $20 \pm 90^\circ\text{C}$ Използват се миниатюрни датчици с малки времеконстанти, което позволява по-бързо измерване и е предпоставка за генериране на динамични управляващи въздействия. Техническите спецификации на сензора LM35CZ (фиг.2) удовлетворяват горните изисквания: гранични стойности на измервателния диапазон $-40 \pm 110^\circ\text{C}$, статична грешка 1°C , напреженов изход $10\text{mV}/^\circ\text{C}$, хранящо напрежение $+5\text{Vdc}$.

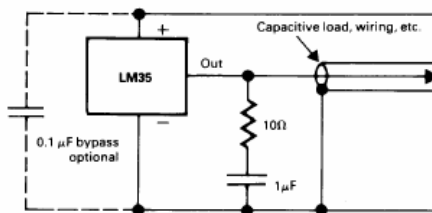


фиг.1 Функционална схема на сушилнята

Свързването на температурния сензор LM35CZ с входноизходния модул за измерване и генериране на управляващи въздействия на фирма National Instruments USB-6009 (фиг.5) е реализирано, както е показано на фиг.2-6. Използвана е RC група и екраниран свързващ проводник с цел намаляване на смущенията. Използват се два термопреобразователя, разположени в полетата на входящия и изходящия въздушен поток в камерата.



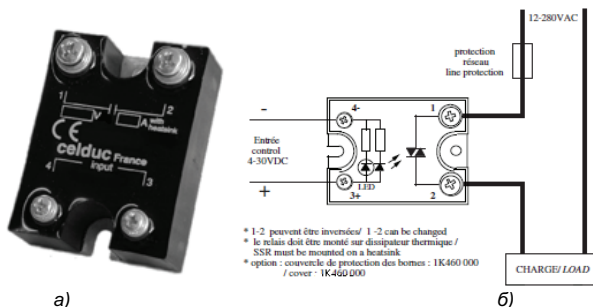
a)



6)

фиг.2 Температурен сензор LM35CZ а)Общ вид; б)Схема на свързване

Загряването на въздуха в сушилната камера се осъществява посредством два нагревателя с мощност 1000W всеки. Управлението им е реализирано чрез синхроннотоков ключ – CELDUC SC942160 (фиг.3), с технически параметри: комутируемо напрежение на изхода 12÷280V и максимален ток на провеждане - 25A; входно управляващо напрежение 4÷30V. Синхроннотоковият ключ служи като изпълнителен механизъм в системата. Свързан е с входноизходния модул на National Instruments USB-6009 към стандартен цифров изход. За плавно изменение на температурата е разработен софтуерен модул за широчинноимпулсна модулация на цифровия изход.



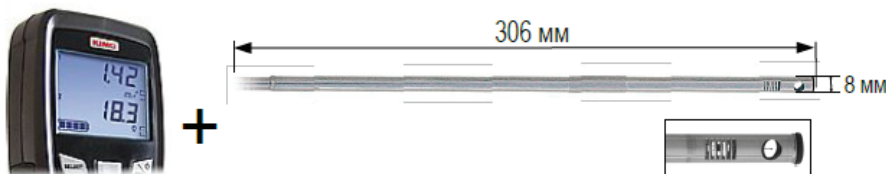
а) б)
фиг.3 Синхроннотоков ключ – CELDUC SC942160 а)Общ вид; б)Електрическа схема

Изменението на скоростта на въздушния поток в сушилната камера се реализира от вентилатор, задвижван от асинхронен електродвигател с мощност 180W. Управлението на двигателя е поверено на честотен инвертор на фирмата Electroinvent модел ELDI/M – 0,37KW 220V. Управляващите сигнали за честотния инвертор се изготвят от аналогов изход на входноизходния управляващ модул NI USB-6009, посредством съгласуваща схема. Последната представлява усилвател с коефициент на усилване 2. Използването ѝ се налага, защото аналоговият изход на модула NI USB-6009 е в границите 0÷5V, а управляващият сигнал за честотния инвертор е в диапазона 0÷10V. Системата за управление на въздушния поток не разполага с непрекъснато мерене на същия, т.е. това е система без обратна връзка. Калибрована е с помощта на анемометър. Това е направено за простота, като се позоваваме на следното: известно е въздушното съпротивление на стелажите с плодове; налице е линейна зависимост между управляващия сигнал за честотния преобразувател (респективно оборотите на двигателя) и скоростта на въздушния поток. Освен това не се наблюдават преки смущения на въздушния поток, тъй като сушилната камера е добре изолирана.

За измерване на скоростта на въздушния поток е използван анемометър (фиг.4) на фирмата KIMO, модел VT100, с измервателен диапазон 0,01÷30m/s и двуинтервална точност 0,01m/s за диапазона 0,1÷3m/s и точност 0,1m/s за диапазона 3,1÷30m/s [4]. Калиброването на системата е показано в Таблица 1.

Таблица 1

Честота, генерирана от ELDI/M, Hz	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Обороти на електродвигателя, rpm	0	139	279	419	559	699	839	979	1119	1259	1398
Скорост на въздушния поток, m/s	0,00	0,32	0,70	1,05	1,47	1,93	2,25	2,64	3,10	3,50	3,80



фиг.4 Анемометър KIMO, модел VT100

Събирането на информация и управлението на процесите в системата за сушене се извършва от персонален компютър с помощта на интерфейсен модул NI USB-6009 [3]. Той разполага с 8 аналогови входа, 2 аналогови изхода и 12 цифрови входноизходни линии. Аналоговите сигнали се измерват с 14-bit аналогоцифров преобразувател, а за двата аналогови изхода по един 12-bit цифровоаналогов преобразувател. Максималната амплитуда на напрежението, която може да се обработи на входа е 10V. Стойността на изходното напрежение е ограничена на 5V от захранването на USB порта. Входноизходните цифрови линии имат стандартни TTL нива за логическа „1” и „0”.



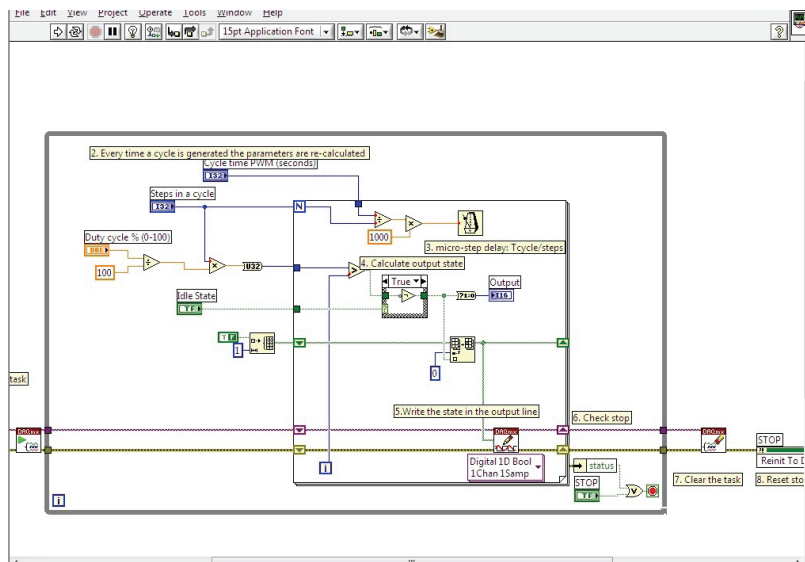
фиг.5 Входноизходен модул NI USB-6009 – общ вид

Персоналният компютър разполага със софтуер за измерване и управление – LabView. Последният представлява графична програмна среда на фирмата National Instruments. Развойната среда LabView разполага с множество библиотеки и инструменти. Освен това обединява изработката на потребителския интерфейс („преден панел“) и писането на програмния код. Графичният език, който се ползва, се нарича **G**. С негова помощ лесно се изграждат програми и подпрограми за измерване и управление, наречени виртуални инструменти. Изборът на тази система за контрол на параметрите на сушилнята е направен поради богатия инструментариум на развойната среда, простотата на графичния език **G**, позволяващ на не програмисти да конструират програми, като просто влачат и пускат виртуалните образи на лабораторни инструменти.

Част от блоковата схема на реализираните виртуални инструменти за управление на процесите в сушилната камера е показана на фиг.6. Този модул реализира ШИМ на цифровия изход, с който плавно се регулира температурата в сушилната камера. Изработен е модул, управляващ оборотите на вентилатора, който генерира непрекъснат аналогов сигнал, подаван на управляващия вход на честотния инвертор. Линейната зависимост на скоростта на въздушния поток от оборотите на електродвигателя е предимство при реализирането на управлението. Проектираната система позволява поддържането на предварително зададени стойности на температурата и въздушния поток в сушилната камера. Освен за управлението, системата събира и архивира текущите стойности на параметрите във файлове, които се ползват за последващ анализ.

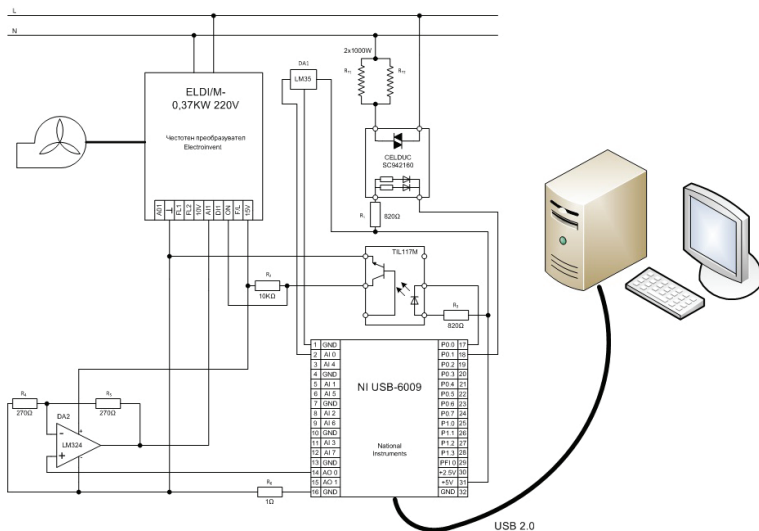
За определяне на текущото състояние на материала в хода на сушилния процес се използва и електронна везна EVL15. Тази везна позволява измерването на масата на материала в реално време и архивирането на данните чрез специализиран софтуер. Събраните данни се ползват за построяването на кривите

на сушене за различни материали при зададени температура и скорост на въздушния поток в камерата. Тегловният критерий е най-достоверният за текущото влагосъдържание на суровината, подложена на сушене, и чрез него най-добре може да се определи статуса на сушилния процес.



фиг.6 Блок диаграма на модул ШИМ

Обобщена структурна схема на реализираната система за контрол и управление на параметрите в сушилната камера е показана на фиг.7



фиг.7 Структурна схема на системата за контрол и управление параметрите на работния флуид в експериментална сушилка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практическото използване на създадената система позволява контрол и управление на процесите в експерименталната сушилня и последващия анализ на получените резултати. Направените експерименти завършиха с набор от криви на сушене за кайсии, при постоянни стойности на температурата и скоростта на въздуха. За по-пълно снемане на процеса е необходимо да се интегрират в LabView инструмента и текущите стойности от измерванията на електронната везна. След дефиниране на критерий за оптимално управление на сушилния процес е необходимо той да се заложи в системата и с това да се затвори цикъла на управление. Освен намаление на енергийните разходи в критерия ще се търси и запазване на хранителните показатели на суровините.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Вълов, Н., В. Стоянов, Д. Иванова. Система за събиране на данни от експериментална сушилня. Научни трудове на Русенски Университет „А. Кънчев“, т.49, сер.3.1, Русе, 2010, с.90-95.

[2] Христозов, С., Н. Вълов, Д. Иванова, В. Стоянов. Контрол на параметрите в експериментална сушилня. Русенски университет-Студентска научна сесия - СНС'11.

[3] <http://www.ni.com>

[4] <http://www.kimo.fr>

За контакти:

Николай Вълов, катедра “Автоматика, информационна и управляваща техника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: +359-82-888266, e-mail: npvalov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.



РУСЕНСКИ УНИВЕРСИТЕТ „АНГЕЛ КЪНЧЕВ”
UNIVERSITY OF RUSE „ANGEL KANCHEV”

ДИПЛОМА

**Програмният комитет на
Научната конференция RU&SU'11
награждава с КРИСТАЛЕН ПРИЗ
“THE BEST PAPER”**

НИКОЛАЙ ПЕТКОВ ВЪЛОВ

автор на доклада

**“Система за контрол и управление на процеса в
експериментална сушилка”**

DIPLOMA

**The Programme Committee of
the Scientific Conference RU&SU'11
Awards the Crystal Prize "THE BEST PAPER"
to NIKOLAY PETKOV VALOV**

author of the paper

**“Control system for drying process in an
experimental dryer”**

**РЕКТОР
RECTOR**

**проф. д.т.н. Христо Белоев
Prof. DSc Hristo Beloev**

29.10.2011