Симулационно изследване на температурно-влажностните процеси в експериментален стенд, управляван с електронна система

Анелия Манукова

Simulation study of temperature-moisture processes in an experimental stand controlled by an electronic system. *The purpose of the article is to examine the developed program model, describing the dynamics of temperature-moisture regime of grain in drying process accomplished in an experimental stand-dryer, working with cross flow. The proposed model allows modeling of the drying process, and it is used in electronic system for control of drying process in an experimental stand.*

Key words: *modeling, algorithm, drying, corn, temperature, moisture, corn mass*

ВЪВЕДЕНИЕ

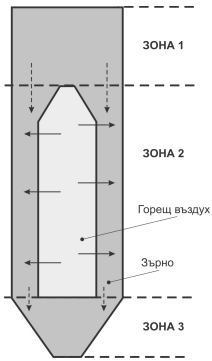
Асоциирането на моделирането с електронното управление на технологичните процеси позволява създаването на ефективни системи, намаляващи разхода на използваната енергия. Съществува необходимост от търсене на ефективни модели за оптимизиране в енергиен аспект на електронните системи, които да гарантират непроменено качество при понижена себестойност на продукцията. Получените резултати информационно осигуряват нови подходящо структурирани в енергийно отношение електронни системи и обекти. Задачите, произтичащи от необходимостта за оптимално енергийно потребление на обектите, управлявани от електронните системи са свързани със създаването на методи, модели и средства за бърза и точна обработка на информационни показатели и оценка на сравнителните параметри. Поради динамиката и случайността на възникване и протичане на различни външни въздействия върху обектите и процесите е необходимо да се създадат модели и управления за достоверно отчитане, съхранение и преобразуване на реалните физически параметри.

Изследванията върху процесите в селскостопанските обекти имат своето теоретично и практическо значение. Умението да се определи влиянието на отделните фактори и техните комбинации върху качеството на получената продукция са обект на симулационни изследвания и изследвания в реални условия на работа. Динамиката на температурно-влажностния режим на зърното при сушене във функцията от времето зависи от редица фактори - температура на сушилният агент, количество влага в зърното, относително тегло на сухото вещество, коефициентите на топлообмен и топлопроводност. Тези параметри имат сложна взаимовръзка и отчитането на тяхното влияние по време на сушенето на зърното е възможно основно на базата на модел.

Целта на статията е да се изследва разработения програмен модел, описващ динамиката на температурно-влажностния режим на зърно при сушене на зърно в експерименталнен стенд-сушилня, работещ с кръстосан поток. Предложеният модел позволява да се моделира сушенето и е включен в електронна система за управление на процеса сушене в експериментален стенд.

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обект на изследването е програмния модел за симулиране на процеса на сушене в експериментален стенд-сушилня за зърно с кръстосан поток на движение на сушащия агент и зърното. Поради спецификата на конструкцията и според подаването на сушилния агент, във вертикална посока сушилнята може да се раздели на три зони. Вертикален разрез на сушилната камера е представена на фиг.1.



Фиг.1. Вертикален разрез на стенда-сушилня

По време на преминаване на зърната през ЗОНА 1 се извършва конвективен топлообмен и отделената влага се отдава чрез сушащия агент извън сушилнята.

По време на преминаване на зърната през ЗОНА 2, се предава енергия от горещия въздух към зърната чрез топлообмен и топлопроводност. Времето за преминаване на зърното през тази секция е съобразено с пределно допустимите температури на нагряване на всеки отделен вид.

По време на преминаване на зърната през ЗОНА 3, зърната не получават допълнителна енергия, а осъществяват топлопроводност помежду си и така уеднаквяват външната си температурата.

Представянето на процеса на нагряване на зърното в дълбочина във функция от времето въз основа на обобщените изследвания на процеса сушене е основна задачата на разработените модели. Проведени са последователност от изследвания при различни входни данни – начална температура на зърното и на сушилния агент, начална влажност на зърното, различни видове зърна, имащи за цел да представят работата на управляващата система и да определят работните диапазони за постигане на малък разход на енергия при необходимото качество на зърното. Контролно се отчита влажността на зърното в началото и края на периода на изследване с капацитивен първичен преобразувател, а по косвения метод се определя и влажността за всяка една точка от измерването във времето.

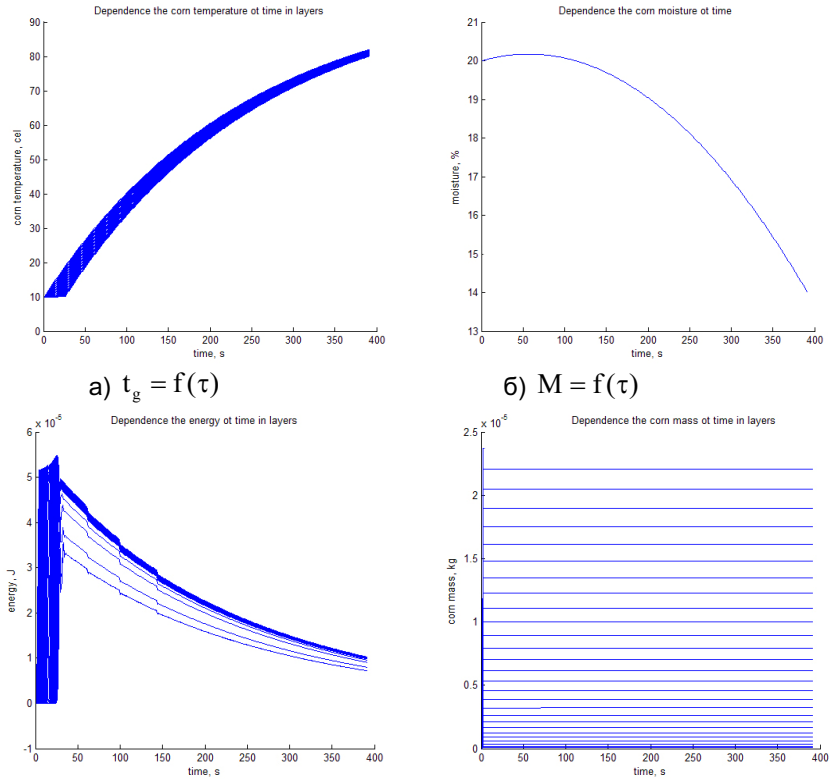
РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНИЯТА ЧРЕЗ РАЗРАБОТЕНАТА ПРОГРАМНА СРЕДА ЗА СУШЕНЕ НА ЕДИНИЧНО ЗЪРНО

Единичното зърно се явява основна структурна единица на разработения софтуерен модел за сушене на зърно. Съответно и познаването на температурно-влажностните процеси в единичното зърно и баланса на маса и енергия са от съществено значение за правилната работа на цялата система.

На фиг.2 са представени част от възможностите на симулационната програмна среда **FINE_ONE**. Изследваният обект е царевица със средна големина на зърното. Зададените слоеве за деление на зърното в дълбочина са 35.

Чрез разработения програмен модел се изследва зависимостта на изменение на температурата и влажността на зърното във времето при различни температури и скорост на сушилния агент, а също така се отчита енергията необходима за нагряване на зърната и промяната на тяхната маса във всеки един от слоевете.

Входните данни за обекта на сушене - единичното зърно се задават в диалогов режим. Организирана е база от данни за различни типове зърно и размери според използваните в практиката сортове, а отделно е включена базата данни с параметри на различни типове зърно. Програмната среда позволява да се изследва влиянието на промяната на температурата на сушилния агент върху температурата и влажността на зърното при постоянна или различни скорости на движение на сушилния агент. От графиката се отчита динамиката на нагряване на зърното и температурата му във всеки един слой и момент от време. Характеристиката на температурата имат експоненциален вид и следват характера на нагряване на единичен обект. Отчита се и сходимостта на температурата на отделните слоеве на зърното във времето към една гранична температурата.



а) $t_g = f(\tau)$ б) $M = f(\tau)$

в) $energy = f(\tau)$ г) $corn_mass = f(\tau)$

Фиг.2. Изследване на температурно-влажностния режим на единичното зърно

В началото на процеса вътрешните слоеве променят температурата си с известно закъснение, което доказва отчитането на динамичните свойства на единичното зърно от разработения модел за сушене. От резултатите на достигнатите температури от външния и вътрешния слой, фиг.2а, се вижда, че температурата на сушилния агент е основен фактор, определящ температурния режим на зърното. Разликата между температурата на външния и вътрешния слой не надхвърля 5°C. Тези резултати потвърждават адекватното представяне на процеса на сушене в разработения програмен модел.

Таблица 1.

Температура на единичното зърно при промяна на температурата и скоростта на сушилния агент във времето

време τ, s	$t_a = 80^oC$, $v_a = 0,005\ m/s$	$t_a = 80^oC$, $v_a = 0,5\ m/s$	$t_a = 100^oC$, $v_a = 0,005\ m/s$	$t_a = 100^oC$, $v_a = 0,05\ m/s$	$t_a = 120^oC$, $v_a = 0,005\ m/s$
150s	$t_g = 16 \div 18^oC$	$t_g = 35 \div 40^oC$	-	-	-
120s	-	-	$t_g = 16 \div 18^oC$	$t_g = 22 \div 24^oC$	-
70s	-	-	-	-	$t_g = 12 \div 15^oC$

Скоростта на сушилния агент има съществено отношение при отнасянето на

влагата от зърното и се отчита чрез повишаване на температурите в зърното, постигнати за едно и също време – табл.1. Скоростта на сушилния агент влияе върху коефициента на топлообмен чрез критерия на Рейнолдс (Reynolds), а от там върху количеството топлина и температурата на зърното.

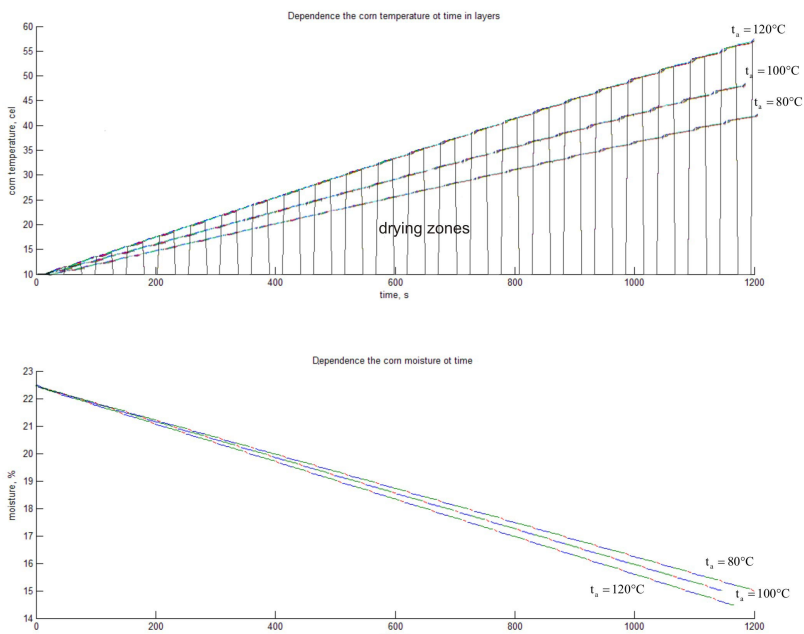
Резултатът от изследването показва влиянието на параметрите, определящи температурния режим на сушене. Промяната на основните параметри води до експоненциално изменение на температурата на слоевете на зърното във функция от времето.

Алгоритъмът на модела на отделното зърно позволява да се оцени неговия температурен режим в процеса на сушене, като се следи да не се нарушат технологичните норми, определящи качеството на продукцията.

РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗСЛЕДВАНИЯТА ЧРЕЗ РАЗРАБОТЕНАТА ПРОГРАМНА СРЕДА ЗА СУШЕНЕ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИЯ СТЕНД – СУШИЛНЯ

Чрез теорията на подобието и размерностите в [3] е доказано, че температурно-влажностните процеси, извършващи се в мобилната сушилня за зърно и в експерименталния стенд, са идентични.

Входните данни за обекта на сушене в симулационната програмна среда **FINE_ MORE** се задават в диалогов режим. Предвидена е възможност за организиране на база от данни за различните типове и количества зърно според използваните за изследването.



а) $t_g = f(\tau)$ б) $M = f(\tau)$

Фиг.3. Изследване на температурно-влажностния режим във времето при промяна на температурата на сушилния агент $t_a = 80,100,120^o C$

Резултатите от проведеното изследване за сушене на зърно чрез програмната среда **FINE_ MORE** са представени на фиг.3. Изследваният обект е царевица сорт

„Кнежа” със средна големина на зърното.

Графичните интерпретации на процеса, ясно показват промените в температурния и влажностен режим на сушене. Във вертикална посока са обособени трите зони на деление на сушилнята, които определят движението на зърното през сушилнята. Обособените слоеве във хоризонтална посока представят делението на слоеве на зърната от един хоризонтален разрез на сушилнята. Те обособяват нагряването на зърното от движението на сушилния агент перпендикулярно на движението на зърното и отразяват динамиката на сушенето във времето.

Скоростта на агента има определящо отношение при отнасянето на влагата от зърното и се отчита чрез повишаване на температурата в зърнения слой, респективно в единичното зърно, постигнати за едно и също време. Процесът е по-бърз и при по-големи скорости на сушилния агент има опасност от прегряване на зърното. Като резултата от направеното изследване се препоръчва скоростта на сушилния агент да не превишава $0{,}01\frac{m}{s}$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщеният модел на сушене на зърното в зърнени слоеве на експерименталния стенд позволява да се оцени температурния и влажностния режими в процеса на сушене, без да се нарушават технологичните норми за качество на продукцията.

Резултатът от изследването отразява влиянието на основните параметрите, определящи режимите на сушене и дава точна представа за състоянието на зърното по слоеве и във времето.

Разработените модел и софтуер, описващи процеса на сушене на зърнени слоеве, са основен етап от изграждането на електронна система за контрол и управление на сушилня за зърно. Получените резултати са основа за описание на динамичния процес на сушене.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Джиев Ст. Моделиране и оптимизация на процеси, Технически университет – София, 2003

[2] Манукова А. Алгоритъм за моделиране на температурно-влажностните процеси в мобилна сушилня за зърно. Трудове на научна конференция на РУ”Ан.Кънчев” – 2007, стр. 48-53.

[3] Манукова А., В.Димов. Приложение на методи на физическо подобие за изследване на електронни системи за управление на сушилни за зърно. Списание „Електротехника и електроника”, брой 3-4, 2007, стр. 84-89.

[4] Maier D.E. and F.W. Bakker-Arkema,. Grain Drying Systems , 2002 Facility Design Conference of the Grain Elevator & Processing Society, July 28-31, 2002, St. Charles, Illinois, U.S.A

[5] http://www.shtrakov.net/Heat_Mass.htm

За контакти:

гл.ас. д-р инж. Анелия Манукова, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, Тел.: 082/ 888 366, E-mail: amanukova@ecs.ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.