

Усъвършенстване на управлението на вентилирането при съхранение на зърното

доц. г-р Димитър Кузманов, гл.ас.г-р Никола Гинов, Николай Димитров
Университет по хранителни технологии, Пловдив

Резюме

Разработено и изследвано е устройство за автоматично управление на вентилирането при съхранение на зърното. Определени са управляващите температура и относителната влажност на въздуха, съответстващи за климата на Република България. Изследвана е динамиката на охлаждане на прясно прибрана пшеница, съхранявана в метални силосни клетки с вместимост 2500 t при ръчно и автоматично управление на вентилирането. Установено е, че при автоматичното управление се постига по-ефективно охлаждане на зърното – с 30% по-малък разход на енергия и средно с 2°C по-ниска температура на зърното.

Ключови думи: зърно, съхранение, вентилиране, охлаждане, управление



Improvement Of Aeration Control During Storage Of Grain

assoc. prof. Dimitar Kuzmanov (PhD),
ass. prof. Nikola Ginov (PhD), Nikolay Dimitrov
University of Food Technologies, Plovdiv, bul. Maritca 26,
tel. +359 (0) 32 603-729; e-mail: kuzmanow.dim@abv.bg

Summary

It was developed and examined a technical device to control aeration during storage of grain. The directive values of temperature and relative humidity of ambient air corresponding to the climatic conditions in Bulgaria were determined. The dynamics of cooling of grain coming from the fields and stored in metal 2500 t bins was investigated when fans were operated manually or by controller. It was determined that by automatic control more effective cooling of grain was achieved in comparison with manual - about 30% less energy consumption and in average 2°C lower temperature of grain.

Key words: grain storage, aeration control, cooling

Въведение

Чрез вентилирането основно се цели охлаждане на съхраняваното зърно, което спомага за неговото продължително и безопасно съхранение. Това е особено необходимо за прясно прибраното през лятото зърно от пшеница и ечемик, чиято температура е над 30°C. Степента на охлаждане зависи от атмосферните условия, вида на зърнохранилището и начина на управление работата на вентилаторите. Понастоящем необходимостта от вентилиране се определя субективно, според метеорологичните условия, а управлението се осъществява ръчно през нощите часове от денонощието когато температурата на въздуха е по-ниска, а ел. енергията – по-евтина.

Възможно е и автоматично управление на вентилирането, при което се постига по-ефективно охлаждане на зърното. В този случай непрекъснато се измерват температурата и относителната влажност на въздуха и температурата на зърното, а управлението се осъществява въз основа на температурната разлика зърно-въздух (Da-Wen Sun et al., 1997, Stored of Cereal Grains and Their Products, 1992). През последните години за управление на вентилирането се препоръчва използването на така нар. управляващи температури

на вентилиращия въздух, под чиято стойност вентилирането е целесъобразно (Arthur et al., 2000, Casada M. et al., 2002). Техните стойности зависят от географското разположение на зърнохранилището и от сезона, през който се осъществява охлаждането. Те се подбират така, че за даден календарен период от време да се натрупа определена сума часове с по-ниски температури. Събраните часове трябва да бъдат равни или повече от необходимите за охлаждане на зърното (Дочев, 1990).

За ограничаване развитието на вредителите прибраното през лятото зърно е целесъобразно да се охлади на три етапа според изменението на температурата на атмосферния въздух – летен (м.м. юли и август), ранно-есенен (м.м. септември и октомври) и късно-есенен (м.м. ноември и декември) с управляващи температури, характерни за всеки от тях (Arthur et al., 2000, Casada M. et al., 2002, Reed C. et al., 1998).

При управлението се следи и разликата между относителната влажност на въздуха и предварително определена управляваща стойност, над която вентилирането е нецелесъобразно поради опасност от навлажняване на зърното. Нейната стойност зависи от влажността на зърното и вида на зърнохранилището.

С настоящата работа си поставихме за цел разработване и изследване на устройство за автоматично управление на вентилирането, функциониращо на основа на управляващи температура и относителна влажност на въздуха, установяване на техните стойности, съответстващи за климата на нашата страна, както и определяне на динамиката на охлаждане на прясно прибрана пшеница, съхранявана в метални силосни клетки с голяма вместимост (2500 t) при ръчно и автоматично управление на вентилирането.

Обекти и методи на изследване

Обекти на изследване бяха две метални силосни клетки с вместимост 2500 тона в зърнобазата в с. Труд, Пловдивска област, запълнени с пшеница с влажност 11 – 13%. Вентилирането се осъществява чрез нагнетяване на атмосферния въздух във стационарните вентилационни канали, вкопани в пода. Вентилирането на едната клетка се управляваше автоматично, а на другата – ръчно.

Температурата на горния двуметров слой на зърнения насип в силосните клетки измервахме периодично в общо 18 точки с електронна термосонда (тип SV 212 M), с точност 0,2°C.

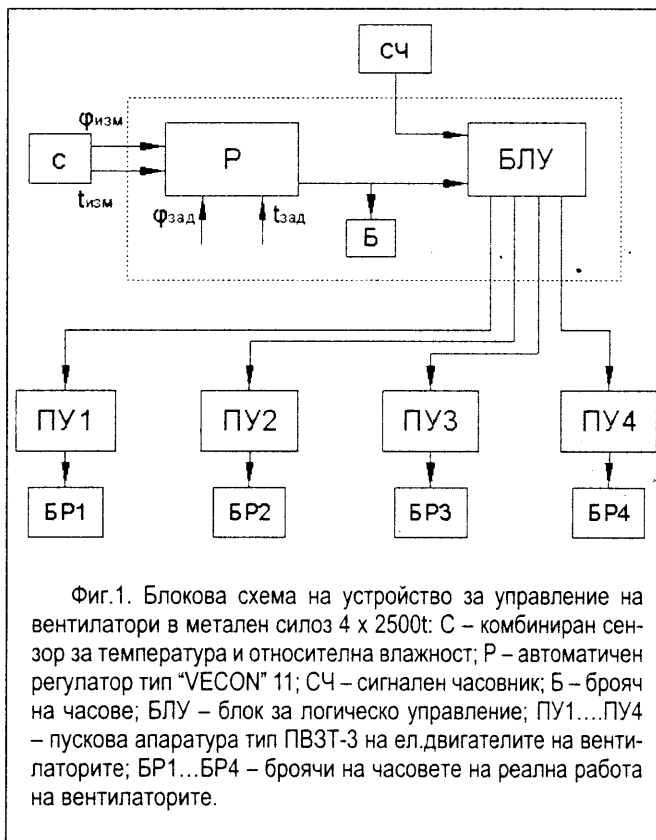
Резултати и обсъждане

За реализиране на приетият принцип на управление на вентилирането разработихме автоматично устройство използвайки стандартни в нашата страна елементи и материали (фиг. 1). Устройството е проектирано да управлява 4-те вентилатора на метален силос с вместимост 10000 тона (4 x 2,5), но то може да бъде използвано и в други зърнохранилища с управлявани групи вентилатори до 4. Основен елемент на устройството е автоматичният регулатор (контролер) тип "VECON" 11, който е комплектован с датчици за непрекъснато измерване на температурата и относителната влажност на атмосферния въздух. Информацията, за параметрите на въздуха, се сравнява със зададените и при наличие на разлика, регулаторът изработва управляващ сигнал и го подава към блока за логично управление (БЛУ) за задействане на пусковата апаратура на вентилаторите. Броят на часовете, подходящи

за вентилиране, се отчита чрез брояч на часове.

Регулаторът, блокът за логическо управление и броячът на часове са монтирани в метална електрическа кутия.

Към БЛУ е включен сигнален часовник определящ разрешените часове от денонощието (нощните - 22 – 6h) за вентилиране, през които ел. енергията се заплаща по намалена тарифа. Управляващите сигнали от БЛУ се подават към пусковата апаратура на ел. двигателите на вентилаторите, избрани за автоматично управление. Към пускателите са включени броячи на часове, по които се отчита броя на реално работещите часове на всеки вентилатор. Това е необходимо за проследяване на времето за охлаждане на зърното във всяко зърнохранилище.



Чрез БЛУ се реализира алгоритъмът на управление – при подходящи атмосферни условия (температурата и относителната влажност на въздуха по-малки от зададените – $\phi_{зад}$ и $t_{зад}$) през разрешените часове (нощни) последователно се включват избраните за работа в автоматичен режим вентилатори (без ограничение кои), при запазена възможност за местно аварийно изключване.

Краят на охлаждането на зърното се определя по броя на натрупаните часове за съответния период, като се има предвид че времето за охлаждане на зърното, съхранявано в метални силосни клетки, е 150 h (Дочев, 1990). Освен това е необходимо и периодично измерване на температурата на зърното в повърхностните слоеве, тъй като при нагнетателното вентилиране те се охлаждат последни.

Работата на устройството беше изследвана в продължение на 2 реколтни години (2003 и 2004) при свързването му към пусковата апаратура на вентилатора на една от четирите силосни клетки на металния силос запълнена с прясно прибрана пшеница.

Тъй като времето за вентилиране е ограничено от часовете на денонощието с по-ниски цени на ел. енергията за управляващи температури, за различните ➡

⇒ зърнопроизводителни райони в страната, приехме средно-статистическите в 22 h за месеците юли, септември и ноември, съответно за трите етапа за охлаждане на зърното – летен, ранно-есенен и късно-есенен. За целта използвахме данни от Климатичния справочник на България (1978), както и такива изчислени от минималните и максималните температури чрез алгоритъм предложен от Arthur et al., (1995). Резултатите показваха, че разликите между стойностите за различните зърнопроизводителни райони са от 3,4 до 4,6°C, за трите етапа на охлаждане. За използване на единни управляващи стойности разделихме районите в две групи: I – Видин, Враца, Плевен, Силистра, Русе, Пазарджик, Пловдив, Ст. Загора, Хасково, Бургас, Варна и II – Добрич, Разград, Търговище, Шумен, Карнобат. Средните стойности на управляващите температури за трите етапа на охлаждане по райони са дадени в табл. 1.

Таблица 1

Управляващи температури за охлаждане на прясно прибрано зърно за двете групи зърнопроизводителни райони, °C

Групи	Етапи за охлаждане		
	летен	ранно-есенен	късно-есенен
I	20,9 ± 0,24	16,9 ± 0,2	7,6 ± 0,16
II	18,8 ± 0,28	14,8 ± 0,2	6,3 ± 0,17
средно за сраната	20,4 ± 1,1	16,3 ± 1,01	7,1 ± 0,6

За управление на вентилирането през даден етап освен управляваща температура е необходима и управляваща относителна влажност на вентилиращия въздух. Както бе посочено по-горе, нейната стойност зависи от влажността на зърното и типа на зърнохранилището. Известно е, че за дългосрочно и безопасно съхранение на зърното в силосни вместимости влажността му трябва да бъде до 13,5%. За да не се допусне при вентилирането навлажняване на зърното над тази граница, относителната влажност на въздуха не трябва да е по-висока от 68%. При конкретните зърнохранилища (метални силосни клетки с голяма вместимост) установихме, че вентилиращият въздух, преминавайки през вентилатора повишава температурата си с 4°C, което понижава относителната му влажност с 20%. Поради това за управляваща стойност на относителната влажност приехме 90%.

Изменението на температурата на зърното в горния двуметров слой и времето за вентилиране с автоматично и ръчно управление са показани на фиг. 2.

В началото на съхранението средната температура на зърното бе 34°C и 32°C в клетките с автоматично и ръчно управление на вентилирането. Първият етап за охлаждане на зърното, с управляваща температура $21 \pm 0,5^\circ\text{C}$, продължава съответно 40 и 20 d, при което температурата на зърното се понижава до 26,4°C и 27,1°C за 110 и 107 h работа на вентилаторите. Тези данни потвърждават мнението на Reed et al. (1998), че

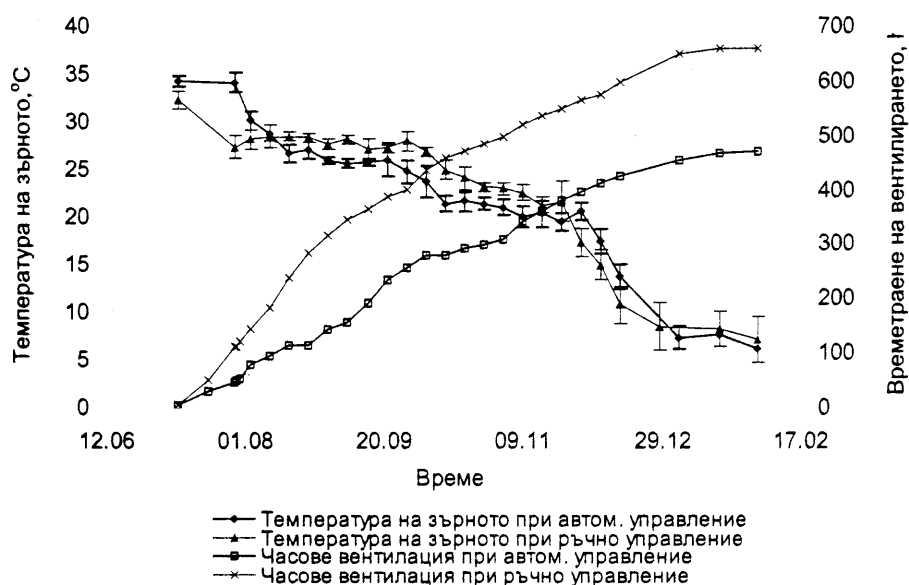
етапът на охлаждане се счита за приключил, когато температурата на зърното е с около 5°C по-висока от управляващата. По-краткият срок на охлаждане при ръчното управление, се дължи на почти ежедневната и непрекъсната работа на вентилатора през нощните часове. Поради продължаващото вентилиране до началото на втория етап за охлаждане температурата на зърното се повишава с 1°C. По тази причина е направен преразход на енергия от излишната работа на вентилатора в продължение на 233 h. При автоматичното управление етапът е 2 пъти по-продължителен при приблизително същите натрупани часове за вентилиране, а температурата на зърното в края на етапа е с 2,3°C по-ниска.

Вторият етап за охлаждане започва в началото на м. септември, когато температурата на въздуха се понижава значително. Продължителността му е 35 и 50 d като са достигнати крайни температури на зърното 21,2°C и 22,9°C, съответно при автоматичното и ръчното управление. През този етап работата на ръчно управлявания вентилатор също е по-продължителна с около 15 h.

Третият етап за охлаждане започва в началото на м. ноември с управляваща температура $7 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Продължителността му в двата изследвани случая на управление е еднаква - 56 d при 18 h по-кратка работа на автоматично управляемият вентилатор и достигната по-ниска температура на зърното с 0,9°C.

В крайна сметка през трите етапа за охлаждане автоматично управляемия вентилатор е работил по-малко с 195 h или разлика с 30%, при което е постигната по-ниска средна температура на зърното с 2°C, в сравнение с ръчно управляемия. Вследствие на това относителната работа на вентилаторите за понижаване на температурата на зърното с 1°C е 16,5 h/°C и 26,8 h/°C при автоматичното и ръчното управление (разлика с 39%).

Средната скорост на охлаждане за целия период, при двата варианта на управление, е приблизително еднаква - 0,15°C/d и 0,13°C/d, като през третия етап тя е най-висока - 0,26°C/d поради ниските температури на атмосферния въздух.



Фиг. 2. Изменение на температурата на зърното и времетраенето на вентилиране в силосна клетка (ЛИПП) при автоматично и ръчно управление на вентилирането

Продължителността на охлаждане през различните етапи е в границите от 110 до 140 h. Това показва, че изчисленото време за охлаждане на базата на теоретично необходимото количество въздух (150 h) може да се използва на практика за определяне края на етапа на охлаждане (Дочев, 1990).

Охлаждането на зърното до по-ниски температури, при автоматичното управление на вентилирането, подтиска в по-голяма степен развитието на вредителите. Това бе установено от симулационните резултати за нарастване на популацията на най-разпространения вредител *Sitophilus oryzae* (L) (оризова гърица). При автоматичното управление нарастването е по-бавно, а достиганата максимална стойност на плътността на популацията е приблизително с 6 пъти по-малка в сравнение с ръчното управление. Тези резултати бяха потвърдени и експериментално при проследяване на изменението на заразеността на зърното при съхранение.

Заклучение

Разработено е автоматично устройство за управление на вентилирането на базата на определени за нашата страна управляващи стойности на температурата и относителната влажност на въздуха. Установено, че при автоматичното управление се постига охлаждане на зърното до по-ниски температури с около 2°C при по-малък с 30% разход на енергия.

Литература:

1. Дочев Цв. (1990) Инструкция за активно вентилиране на зърнени храни. ССА, Институт по зърнени храни и фуражна промишленост, Костинброд.
2. Климатичен справочник на НР България (1978) ред. М. Кючукова, т.1, Наука и изкуство, София.
3. Artur F.H., P.W.Flinn (2000) Aeration management for stored hard red winter wheat: simulated impact on rusty grain beetle populations. J. of economic entomology 93 (4) 1364–1372.
4. Artur F.H., H.L. Johnson (1995) Development of aeration plans based on weather data: A model for management of corn stored in Georgia. American Entomologist 241–46.
5. Casada M.E., F.H.Arthur, H.Akdogan (2002) Temperature monitoring and aeration strategies for stored wheat in the Central Plains. ASAE Annual international meeting/ CIGR XVth world congress, Chicago, Illinois, USA 1–9.
6. Da-Wen Sun J.L.Woods (1997) Deep-bed simulation of the cooling of stored grain with ambient air: a test bed for ventilation control strategies. J. Stored Prod. Res. 33 (4) 299–312.
7. Reed C., J. Harner (1998) Thermostatically controlled aeration for insect control in stored hard red winter wheat. Appl. Eng. Agric. 14(5) 501–505.
8. Reed C., J. Harner (1998) Cooling of stored wheat in multiple or single cycles using automatic aeration controllers. Appl. Eng. Agric. 14(5) 497–500.
9. Storage of cereal grains and their products (1992) Editor D.B.Sauer. AACC, St. Paul, Minesota.

XB

 **Плана инженеринг**
инженеринг, строителство, инвестиции
www.planaing.com

ПОДОВИ И СТЕННИ ПОКРИТИЯ

Хомогенно подово и стенно покритие, създадено на база поливинилхлорид. Рулонни покрития с дебелина 2-4 мм. за подовата и 1-1,5 мм. за стенната облицовка. Подсилен с полиуретан, материалът има непорозна, устойчива на издраскване повърхност, която с лекота се поддържа чиста и притежава изключително висока износостойчивост. Издържа на химикали и не позволява развитието на бактериални култури и плесени. Намира широко приложение в хранително-вкусовата, фармацевтичната, текстилната, химическата промишленост. Задоволява изискванията за антистатичност.

Синтетичната настилка отговаря на изисквания на Министерство на здравеопазването и РИОКОЗ, съгласно Протокол № 47-22-С-355/1995 г., издаден на фирма „Плана Инженеринг“ ООД на база проведени тестове, както и DIN и BS стандарти, издадени от лаборатории в ЕС.

Покритието не представлява здравен риск и е подходящо за хоризонтално и вертикално полагане в жилищни, обществени и производствени помещения (болници, хотели, складове, офиси, магазини и др.).

Изделията са еластични и гъвкави, с висока ударна якост. Може да се полагат при подово отопление в помещенията. Материалът може да бъде огъван в ъглите или да следва извивките на стените. След проведени изпитания в Института по пожарна безопасност София, е издаден протокол, според който настилка отговаря на противопожарните изисквания на БДС-10457/88 Пластмаси. Резултатите са еквивалентни на данните на производителя, отговарящи на световните стандарти за горимост. **TARKETT** е защитена търговска марка, като производствената ѝ гама притежава сертификати по: ISO 9001, ISO 140001 CEN.

 **Tarkett**

⇒ офис Варна: ул. „Цар Симеон“ № 32, ет. 7, тел.: 052/ 63 07 91
e-mail: office@planaing.com
⇒ офис София: бул. „Акад. Гешов“ № 104, офис 3, тел.: 02/ 859 01 34,
e-mail: office_sofia@planaing.com

⇒ офис Пловдив: бул. „Мария Луиза“ 43, тел.: 032/ 62 07 07;
e-mail: daniel_ayvazov@abv.bg

