

Изследване на енергийната ефективност на модулен елемент за аерация

Кондю Андонов, Красимир Ениманев, Иван Евстатиев, Константин Коев

An Investigation of Energy Efficiency of a Modular Element for Aeration: Four chambers are constructed for an experimental investigation of a modular element for building and aeration of manufacturing building. The trends of temperatures in the experimental chambers, its difference in comparison with the atmosphere air temperature, the rate of air delivery and the utilized heat when the air circulates in the contour of the modular element, are taken readings and they has been described.

Key words: Renewable Energy Sources, Natural Ventilation (Aeration), Energy Efficiency

ВЪВЕДЕНИЕ

Атмосферният въздух, като възобновяем източник на енергия, може ефективно да се използва при температурно-влажностните процеси за енергоосигуряването на системите за климатизация на производствени сгради в аграрния сектор и индустрията, чрез въвеждане на схеми с управляема естествена вентилация (аерация) [2]. Независимо от обема на провежданите изследвания на схеми за аерация, налице е необходимостта от проектирането и изследването на модулен ергономичен, енергоефективен и конструктивно унифициран елемент за строителство на енергоефективни, осигуряващи микроклиматичната среда чрез аерация, производствени сгради. Синтезирана е схема на модулния елемент, построен е експериментален модел [2], като целта на изследването е да се оцени утилизираниято количество топлина при циркулацията на въздушния поток при аерация.

ОБЕКТ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обектът на изследването е построения модулен елемент за аерация, принципната схема на който е представена на фиг.1. Използвана е носещата конструкция на метален полуцилиндричен навес с широчина 10 m и височина 5 m. Модулният елемент се състои от четири камери, с различно сечение на приточните канали. Конструкцията на същия предполага изграждането на сградите чрез един конструктивен сегмент [2]. Разработена е система за автоматизация на процеса на изследване, базирана на персонален компютър със специализиран софтуер, свързан с цифрови датчици и локален контролер чрез серийни интерфейси [3]. Локалният контролер е изграден на базата на едночипов микроконтролер [4]. Чрез компютърната система се осигурява непрекъснато регистриране на данните за скоростта и температурата на въздуха в каналите и температурата на атмосферния въздух.

Данните се обработени чрез зависимостите:

- *масова плътност на въздуха.*

Чрез екстраполация е изведена зависимостта

$$\rho = -0,0043.\theta + 1,293, \quad (1)$$

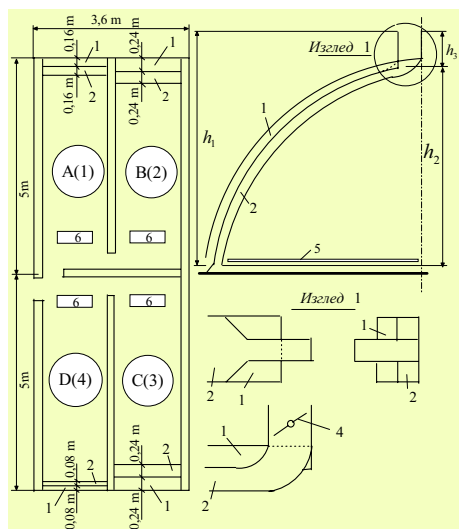
където ρ е масовата плътност на въздуха при дадена температура, kg/m^3 ;

θ - съответната температура на въздуха, $^{\circ}\text{C}$.

- *дебит на циркулация през каналите въздух*

$$g_1 = 0,272.v_1; \quad g_2 = 0,408.v_2; \quad g_3 = 0,408.v_3; \quad g_4 = 0,136.v_4, \quad (2)$$

където v_1, v_2, v_3 и v_4 са скоростите на движение на въздуха през каналите, m/s ;



Фиг. 1. Схема на разпределение на камерите и елементите на експерименталния обект:

- 1 - канали за осигуряване на приточния въздух; 2 – канали за осигуряване на изходящия въздух; 4 - регулираща въздухообменна клапа; 5 – електрически нагреватели; 6 - овлажнителни.

$\Delta\theta_1, \Delta\theta_2, \Delta\theta_3, \Delta\theta_4$ - разликите между температурите на въздуха в камерите и в атмосферата, °C;

θ_0 - температурата на атмосферния въздух, °C.

Във всяка от камерите, върху пода, са монтирани електрически нагревателни килими (фиг.1, поз. 5), всеки с мощност 850 W.

Резултати от изследването

Обектът е приведен в режим, като са наблюдавани паралелно четирите камери с параметрите, посочени на фиг.1, в периодите лято-есен на 2007 г. и зимата на 2008 г. Всекидневният запис от наблюденията е през интервал от около 1 минута и включва до 256 стойности за всяка наблюдавана величина. Изведени и обработени са данните за величините, необходими за оценката на енергийната ефективност на модулния елемент за аерация (формули (1)...(3)). Всяка от денонощните извадки е обработена и са получени средните стойности за денонощния ход на процеса. Чрез представените зависимости са определяни стойностите на масовите дебити и топлинни мощности на въздушните потоци за всяка от камерите. Резултатите са ранжирани и градираны по нивата на температурата на атмосферния въздух. Част от тях са представени в табл.1.

g_1, g_2, g_3, g_4 - дебит на въздушните потоци през камерите, m^3/s ;

0.136, 0.272, 0.408 – площите на напречното сечение на каналите на камерите, m^2 .

- утилизирани топлинни потоци от циркулацията през модула въздух

$$\begin{aligned} Q_1 &= C_b \cdot g_{m1} \cdot (\theta_1 - \theta_0) = C_b \cdot g_{m1} \cdot \Delta\theta_1; \\ Q_2 &= C_b \cdot g_{m2} \cdot (\theta_2 - \theta_0) = C_b \cdot g_{m2} \cdot \Delta\theta_2; \\ Q_3 &= C_b \cdot g_{m3} \cdot (\theta_3 - \theta_0) = C_b \cdot g_{m3} \cdot \Delta\theta_3; \\ Q_4 &= C_b \cdot g_{m4} \cdot (\theta_4 - \theta_0) = C_b \cdot g_{m4} \cdot \Delta\theta_4, \end{aligned} \quad (3)$$

където C_b е специфичният топлинен капацитет на въздуха, $kJ/(kg \cdot K)$;

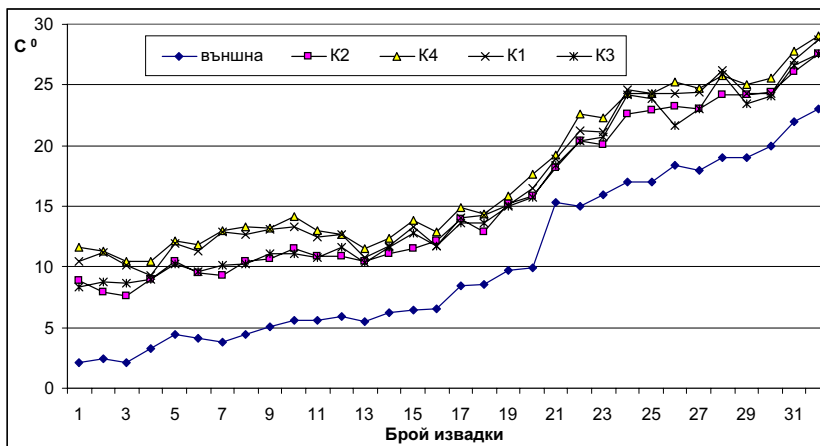
Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 - моментните стойности на мощността на утилизирните топлинни потоци, при аерация на камерите, W.

h_1, h_2, h_3 - геометричните височини, осигуряващи гравитационния напор, m;

$g_{m1}, g_{m2}, g_{m3}, g_{m4}$ - масовите дебити на циркулацията през помещението въздух, kg/s ;

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$ - температурите в експерименталните камери, °C;

Нива на температурите в камерите. Средните стойности на температурите са представени в графичен вид на фиг.2, при изменение на атмосферната температура



Фиг.2. Нива на вариране на средните денонощни стойности на температурите на атмосферата и в камерите

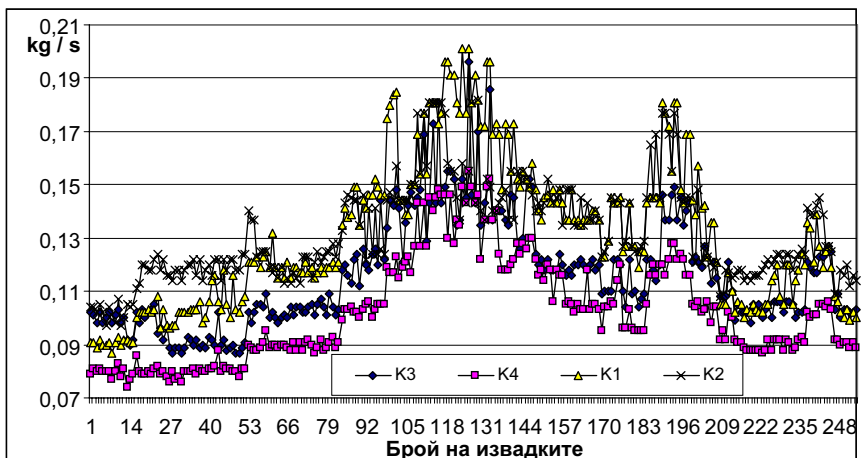
в интервала (2...23) °С. Разликите между температурите на въздуха в четирите камери K1, K2, K3 и K4 и в атмосферата се вижда от съответните графики. Най-значима е разликата за камера 4, следват камери 1, 3 и 2.

Таблица 1
Разпределение на средните денонощни стойности на температурите и енергийните потоци в камерите

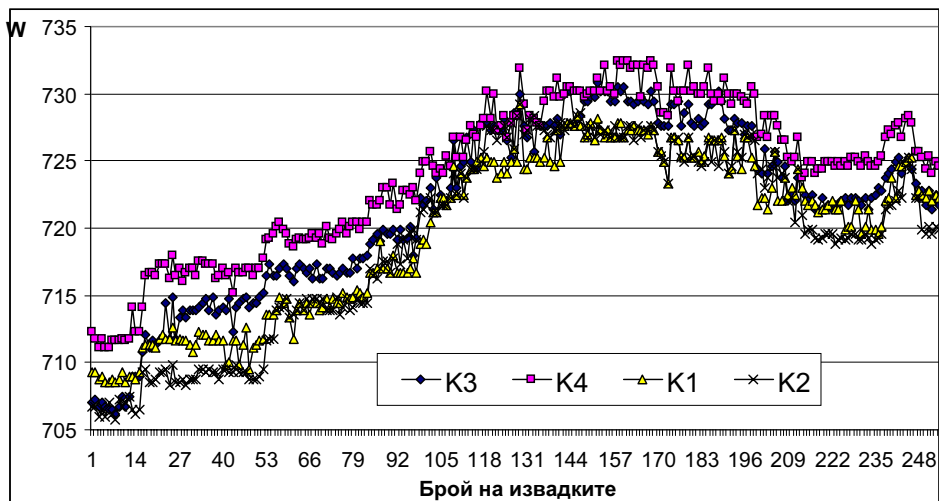
Параметри													
Θ_0 , °C	$\Delta\theta_3$, °C	$\Delta\theta_1$, °C	$\Delta\theta_1$, °C	$\Delta\theta_2$, °C	Q_{m3} , kg/s	Q_{m4} , kg/s	Q_1 , kg/s	Q_{m2} , kg/s	Q_3 , W	Q_4 , W	Q_1 , W	Q_2 , W	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
2	0,80	0,81	0,81	0,80	0,1	0,07	0,08	0,11	677,6	685,6	686,3	681,3	
3	0,81	0,81	0,81	0,81	0,15	0,14	0,15	0,16	685,5	689,0	686,2	685,5	
4	0,78	0,79	0,81	0,81	0,12	0,09	0,09	0,12	659,7	671,3	692,6	688,6	
6	0,81	0,82	0,83	0,82	0,12	0,08	0,09	0,13	684,5	694,7	701,7	696,2	
7	0,82	0,83	0,82	0,82	0,16	0,15	0,17	0,17	701,2	702,9	700,1	700,0	
8	0,84	0,84	0,84	0,83	0,13	0,12	0,13	0,14	710,6	712,9	710,8	709,7	
9	0,83	0,84	0,84	0,84	0,38	0,19	0,16	0,16	708,2	711,9	711,7	710,1	
10	0,83	0,84	0,84	0,84	0,15	0,13	0,15	0,14	707,4	711,3	716,4	711,4	
15	0,87	0,87	0,87	0,87	0,29	0,22	0,22	0,27	740,4	743,3	742,3	741,0	
16	0,89	0,89	0,88	0,87	0,29	0,21	0,21	0,2	752,8	755,8	748,6	742,3	
17	0,89	0,90	0,90	0,90	0,28	0,15	0,11	0,11	757,8	762,5	763,8	762,7	
18	0,89	0,90	0,91	0,90	0,14	0,1	0,12	0,25	759,7	764,3	771,5	764,5	
23	0,93	0,93	0,93	0,93	0,38	0,22	0,17	0,2	788,3	793,0	792,3	788,7	

Нива на масовите и енергийните потоци в камерите. Характерът на денонощното изменение на масовите дебити на циркулиращите през камерите въздушни потоци, при аерацията, е показан на фиг. 3. Обработените графици за всяко от наблюдаваните денонощия, в цифров вид, са представени по камери в

табл.1, като са дадени средните стойности на температурата на атмосферния въздух, в интервала (2...23) °С.



Фиг.3. Денонощен ход на масовите дебити на въздушните потоци в камерите



Фиг.4. Денонощен ход на топлинната мощност на въздушните потоци в камерите

Видът на денонощния ход на топлинната мощност на въздушните потоци е илюстриран чрез графиките на фиг.4. Пресметнатите по формула (3) и усреднените стойности на потоците са представени в табл.1. След екстраполация на данните се получават полиномите, съответно за четирите камери:

$$P_1 = 0,1002.\theta_1^2 + 0,1242.\theta_1 + 607,02 \quad (R^2 = 0,9413) \quad (4)$$

$$P_2 = 0,1041.\theta_2^2 + 0,1212.\theta_2 + 602,04 \quad (R^2 = 0,9619) \quad (5)$$

$$P_3 = 0,0918.0_3^2 + 0,640.0_3 + 675,55 \quad (R^2 = 0,947) \quad (6)$$

$$P_4 = 0,1006.0_4^2 + 0,2402.0_4 + 684,42 \quad (R^2 = 0,9484) \quad (7)$$

Степента на утилизация на топлинната енергия на източника (електрическите нагреватели) е в границите от 0.78 до 0.93 части (табл. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследваният модул е елемент е предпоставка за създаване на енергийно-ефективни производствени сгради, като се осигурява естествена вентилация на работните пространства, при което е възможно да се усвоят до 93 % от енергията на отделяната в помещенията топлина.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ениманев К., И. Евстатиев, К. Андонов, Б. Евстатиев. Обект и компютърна система за изследване на модулни ергономични унифицирани елементи за индустриален инженеринг на стопански сгради. Международна конференция по мениджмънт и инженеринг, София, 2008.

[2]. Ениманев Кр. Модел на модул е елемент за унифициране на енергоикономични животновъдни сгради. Международна научна конференция, Русе, 07-09. 06. 2006.

[3]. Иванов Р., О. Асенов. Архитектура и системно програмиране за Pentium базирани компютри, Габрово, 1998.

[4]. Смрикаров А., Ц. Василев, И. Цанков, С. Смрикарова. Едночипови микрокомпютри PIC16C74, MC68HC705P9, PCB80C552, развойни системи, Русе, 2000.

За контакти:

Проф. д-тн инж. Кондю Андонов, Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", РУ "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 302, 749, e-mail: kandonov@ru.acad.bg

Доц. д-р инж. Красимир Ениманев, Катедра "Икономика", РУ "Ангел Кънчев".

Доц. д-р инж. Иван Евстатиев, Катедра "Електроника", РУ "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 772, e-mail: jevstatiev@ecs.ru.acad.bg

Гл. ас. д-р инж. Константин Коев, Катедра "Електроснабдяване и електрообзавеждане", РУ "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 616, e-mail: kkoev@ru.acad.bg

Докладът е рецензиран.