

Оценка на ефекта от прилагане на хибридна вентилационна система, основана на технология за влагочувствително регулиране, спрямо нуждите на помещението върху вътрешния климат и енергийна ефективност на сградите

Михаел Делийски, Владимир Цанков, Евелина Велева, Христо Делийски

Evaluation of the effect of implementation of hybrid ventilation system, based on humidity sensitive ventilation according to the demand of the inside climate and energy efficiency of buildings: The airflow-controlled humidity sensitive ventilation is an efficient technological solution for the problem of bad air quality in the buildings. Based on several international studies and real measurements in buildings this ventilation system is proven to be the best solution for assuring the indoor climate and additionally this is achieved with very high energy-efficiency level.

Key words: *airflow and demand controlled humidity sensitive ventilation, energy building efficiency, humidity-controlled air terminal, humidity sensor temperature coefficient, indoor climate.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Замърсяването на въздуха в затворените помещения е един от основните екологични рискове за общественото здраве, който води до т. нар. "синдром на болната сграда" (англ.: *sick building syndrome*), [1, 3]. Високата степен на уплътняване, при енергийно обновяване на сградите, водят до ниска инфилтрация и непроницаемост за външния въздух. Поради отсъствието на обмен на въздуха, влагата достига стойности, вредни за човешкото здраве, но подходящи за бързото размножаване на акари, за разпространението на микроорганизми, плесени и гъбички. В добре херметизираните сгради, влагата и замърсяването на въздуха водят до алергични и респираторни заболявания, от които все по-често страдат най-вече децата.

За подобряване на качеството на въздуха, нормативно е определено минималното изискване за 0.50-0.70 1/h кратност на въздухообмен. За постигането му се разчита основно на редовно проветрение, което обаче е субективно обусловено от навиците на обитателите. Дори и при редовно контролирано проветрение, не е възможно спазването на една постоянна регулярност и ритмичност в денонощен аспект, обусловено от епизодичността на обитаване на помещенията.

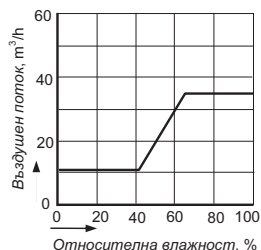
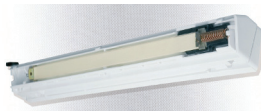
Установена е ясна връзка между влажността в помещенията, отделяна като следствие от присъствието на хора, и степента на замърсяване на въздуха в тези помещения. Готвенето, къпането, прането, гладенето, чистенето, дори спането и престоиването на едно място - всяка от тези дейности се съпровожда задължително с отделянето на водни пари. Доказано е, че колкото по-висока е влажността в едно затворено помещение, толкова по-голямо е замърсяването на въздуха. Неоспорим факт е, че дишайки въздух с висока относителна влажност, човек поема в дробовете си силно замърсен и нездравословен въздух, [3].

Цел на настоящата работа е да оцени прилагането на едно от най-прогресивните технологични решения за хибридна вентилация върху вътрешния микроклимат и енергийната ефективност в детско учебно заведение. Този тип вентилация се основава на система за автоматично управление на въздушния поток с обратна връзка по влага (влагочувствителна вентилация), работеща съвместно със съществуваща смукателна санитарна вентилационна система.

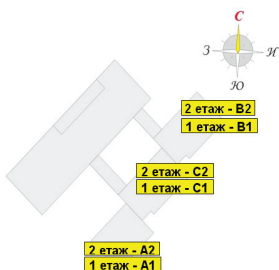
За целите на експеримента са използвани прозоречни влагочувствителни клапи фиг.1.

Експерименталното изследване е проведено в периода декември 2011 – март 2013 г. Обект на наблюдение са температурата и относителната влажност в шест помещения, които са ежедневно натоварени с деца до 6 годишна възраст. Сградата на детската градина е по типов проект на два етажа, която е енергийно обновена – нови PVC дограми с висока уплътненост и топлоизолирани стени.

Разпределението на датчиците е предоставено на Фиг.2 и е съобразено с натоварването на зоните ежедневно.



Фиг. 1. Прозоречна влагочувствителна клапа: а - движение на въздушния поток през отворената клапа; б - поглед откъм сензора-изпълнителен механизъм; в - външна (изпълнителна) характеристика "въздушен поток - относителна влажност" [3]



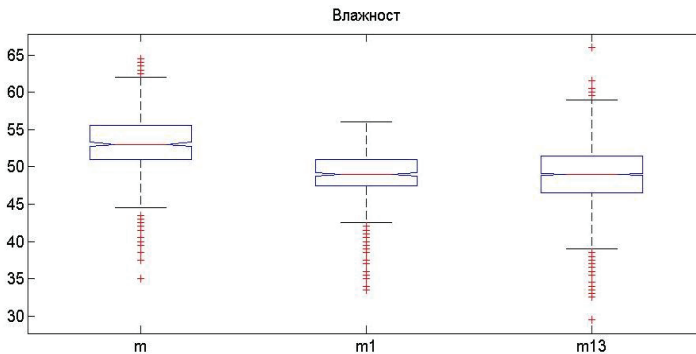
53 ОДЗ "Дядовата ръкавичка" – гр.София

Фиг. 2. Разположение на датчици за измерване на температура и относителна влажност

Осъществени са поетапни измервания, като в периода 28.12.2011 г. - 21.01.2012 г. е направено контролно мерене за оценяване на съществуващото базово състояние. В периода 22.01.2012 г. - 04.02.2012 г. е оценено състоянието след монтаж на автоматични влагорегулируеми прозоречни клапи на първия етаж, а в периода 05.02.2012 г. - 19.03.2013 г. след монтажът им на втория етаж.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Измерените температура и относителна влажност са обработени статистически. За нуждите на сравнителния анализ са използвани данните от най-тежката в климатично отношение зона в сградата – помещението В2 на втория етаж, което е със северно изложение и граничи с неизолирана покривна плоча. Направени са измервания на влажността на въздуха в помещението преди и след монтирането на клапите. На Фиг.3 с **m** (мухъл) са означени данните преди монтирането на клапите, в периода 28.12.2011г. – 04.02.2012г.; с **m1** – след монтирането на клапи на първи и втори етаж на сградата, в периода 04.02.2012г. – 19.02.2012г. и с **m13** – измерванията след монтирането на клапи, приблизително през същия период на 2013г. – от 26.01.2013г. до 19.03.2013г. Данните (**m**) преди монтирането на клапите са 657 на брой и се характеризират със средна аритметична $\bar{m}=52.99\%rh$ и 95% доверителен интервал за средната влажност на въздуха (52.69, 53.29). За данните (**m1**) след монтирането на клапи са изчислени средна аритметична $\bar{m1}=48.95\%rh$ и 95% доверителен интервал за средната влажност на въздуха (48.71, 49.20). Техният брой е 707. Измерванията през 2013г. (**m13**) имат средна аритметична $\bar{m13}=48.81\%rh$ и 95% доверителен интервал за средната влажност на въздуха (48.66, 48.97). Те са най-много – 2472 на брой и са направени в най-продължителен период от общо 53 дни.



Фиг. 3. Влажност на въздуха в помещението В2 преди и след монтирането на клапите: *m* – преди монтирането, *m1* – след монтирането на клапи на първи и втори етаж, *m13* – след монтирането на клапи (през зимния период на 2013 г.)

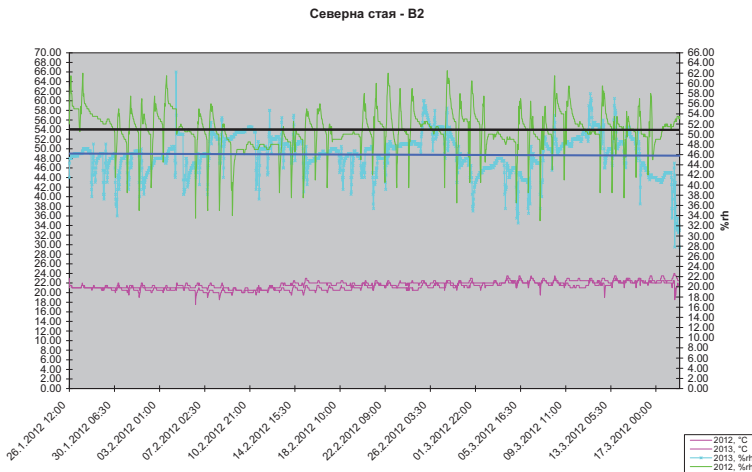
Извършен е еднофакторен дисперсионен анализ (Фиг.4), установяващ статистическата значимост на наблюдаваното намаление във влажността на въздуха в помещението с мухъл В2.

ANOVA Table					
Source	SS	df	MS	F	Prob>F
Groups	9359.8	2	4679.88	309.91	1.7479e-125
Error	57881	3833	15.1		
Total	67240.8	3835			

Фиг. 4. Резултати от дисперсионния анализ

Въз основа на измерванията *m* и *m13* е изчислен 95 % доверителен интервал за средното намаление на влажността на въздуха в помещението, дължащо се на монтираните клапи. Получените граници са от 3.8 до 4.5 %rh.

Представени са резултатите от сравнителен анализ в един и същи период 26.01 - 18.03 за 2012 г. и 2013 г. Оценено е влиянието на хибридната вентилационна система върху относителната влажност и вътрешната температура в помещението – Фиг.5.



Фиг. 5. Резултати от сравнителен анализ 2012/2013 г.

Анализът на резултатите показва, че се регистрира намаление на средната относителна влажност в помещението с 5 пункта – от 51 до 46%rh. Критичните пикове, надхвърлящи 55%rh от 28 броя през 2012 г. намаляват на 4 броя през 2013 г.

Вътрешната температура в помещението се поддържа в границата 20-22°C и върху нея не оказва влияние хибридна влагорегулируема вентилационна система. Спадовете в температурата се обуславят от принудително периодично проветряване по време на хигиенизиране на помещенията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценен е ефекта от прилагане на хибридна вентилационна система, основана на технология за влагочувствително регулиране, спрямо нуждите на помещението върху вътрешния климат и енергийната ефективност на сградата. Постигнато е значително намаляване на средното ниво на относителната влажност без това да оказва влияние върху поддържаната вътрешна температура. Снизени са високите пикови нива на влажностен режим, които са пряко отговорни за появата на плесени и гъбички. След монтирането на прозоречните вентилационни клапи, не е установена повторната им поява.

Приложената технология на вентилация с влагочувствителни въздушни клапи е много адаптивна и гъвкава. Тя може да бъде използвана и се използва с успех не само при системите с естествена вентилация, но и при останалите вентилационни системи - механични с принудителна вентилация и хибридни вентилационни системи. Естествената вентилация обаче остава икономически най-изгодното технологично решение, особено когато постъпващият въздух не се филтрира или не се търси избиращо различно локално решение (например, при мокрите помещения).

Управлението на разхода на пресен въздух в зависимост от локалното равнище на относителната влажност се явява ефективно технологично решение на проблемите, които поставя синдрома на "болната" сграда. Управляваната по относителна влажност вентилационна система с влагочувствителни въздушни клапи на входа (сухи помещения - спални, ежедневни) и на изхода (влажни помещения - бани, умивални, WC) остава най-ефективното и икономически изгодно технологично решение, което осигурява необходимата енергийна ефективност и качеството на въздуха в затворените помещения.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Делийски, М., Динев, П., Велев, К. Технология на влагочувствителните вентилационни системи за осигуряване на вътрешния климат и енергийна ефективност на сградите, Научни трудове на Русенския университет – 2012, т.51, с.1.2.

[2] Maripuu, Mari-Liis. Demand controlled ventilation (DCV) for better IAQ and Energy Efficiency. *Rehva Journal*, March 2011, pp. 26-30.

[3] Savin, Jean-Luc, M. Jardinier. Humidity Controlled Exhaust Ventilation in Moderate Climate. *Ventilation Information Centre*, 31, June 2009.

За контакти:

Михаел Делийски, катедра "Електрически апарати", Технически университет-София, тел.: 0888 729 663, електронна поща: deliyski@EEfect.com;

Евелина Велева, катедра "Приложна математика и статистика", Русенски университет- Русе, електронна поща: eveleva@uni-ruse.bg;

Владимир Цанков, катедра "Топлинна и хладилна техника", Технически университет- София, тел.: 0878 901 122, електронна поща: vladimir@EEfect.com

Христо Делийски, катедра "Електрически апарати", Технически университет-София, тел.: 0878 301 122, електронна поща: hristo@EEfect.com

Докладът е рецензиран.