

Негативни ефекти върху вентилационните системи, вследствие на повишаващата се концентрация на въглероден диоксид в атмосферата

Иван Димчев^{1*}, Борислав Станков¹

¹ Технически университет – София, катедра „Топлинна и хладилна техника“, 1756, София, България, *E-mail: ivan.dimchev@tu-sofia.bg

Абстракт: От 1958 година до днес, концентрацията на въглероден диоксид (CO₂) в атмосферния въздух се е повишила значително със 106 ppm. Счита се, че CO₂ е основният фактор, допринасящ за глобалното затопляне на планетата. Този процес в голяма степен е резултат от антропогенни дейности като изгарянето на ископаеми горива. Целта на настоящото изследване е да анализира негативните последици върху работата на вентилационните системи, поради повишената концентрация на CO₂. Климатичните данни използвани за оразмеряване и избор на ОВК системи, които стоят в основата на редица европейски стандарти са вече на 20-25 години и не отчитат този ефект. Поради това, в близко бъдеще, много сгради да ще бъдат с вентилационни системи, които не са в състояние да изпълняват пълноценно функциите си. Оценката в настоящето проучване показва, че разгледаната вентилационна система за да поддържа една и съща концентрация на CO₂ в помещението, което обслужва ще трябва към 2035 г. да работи с 11.6% по-висок дебит и съответно до 21.2% през 2050 г. Това ще може да се реализира само при използването на правилен подход още на етап инвестиционен проект като използваните съоръжения трябва да бъдат избрани за работа при ниска скорост и съответно минимален дебит.

Ключови думи: изменение на климата, качество на въздуха в помещенията, оразмеряване на вентилационни системи

1. Въведение

Поддържането на параметрите на микроклимата от системите за отопление, вентилация и климатизация (ОВК) имат за цел да осигурят здравословна и устойчива среда за всички обитатели, която да не се влияе от промените в параметрите на външния въздух. Постигането на тази цел е свързано с осигуряването на външен въздух с подходящи параметри и с изпълнението на критериите за качество на въздуха в помещенията (IAQ), предложени в редица стандарти [1],[2]. Тези стандарти за изцяло или частично адаптирани в Наредба №15 [3]. Много често в проектантската практика това означава да се осигурят минимални нива на подаване на външен (пресен) въздух. Обработката на външния въздух се извършва във въздухо-обработващи централи (ВОЦ), които се състоят от топлообменни апарати съответно за оползотворяване на топлината на изхвърляния въздух, както и за дозагриване на външния въздух.

Сам по себе си CO₂ не се счита винаги за замърсител, но както се посочва в доклада [4] на ASHRAE, той играе важна роля при определяне на качеството на въздуха в помещенията и може да се използва като индикатор за

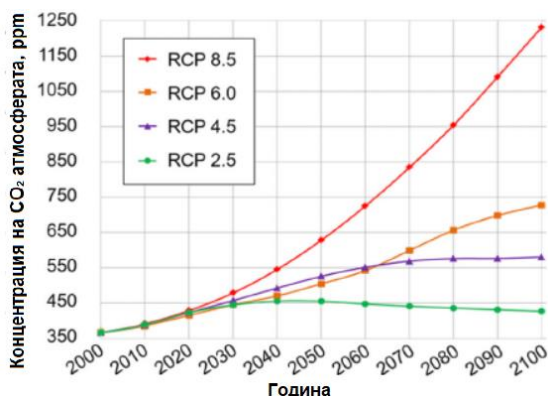
обитаемост или за определяне на минималното ниво на вентилация (прветряване), необходимо за извеждане на биопродуктите от човека.

Различни проучвания в цял свят показват, че концентрацията на CO_2 в помещенията, надвишаваща 1000 ppm, е свързана с увеличаване на неспецифичните симптоми, които се отчитат от самите обитатели и обикновено се наричат симптоми на синдрома на болната сграда (SBS). В националните законодателства на страни като Франция, Дания, Норвегия, Португалия, Южна Корея, Япония, Нова Зеландия и други, горната граница за концентрацията на CO_2 е 1000 ppm главно за училищни и административни сгради. В Германия стойности под 1000 ppm се считат за „безвредни“, докато стойности над 2000 ppm са „неприемливи“.

Проучването на Baghoolizadeh [5] има за цел да предскаже увеличаването на концентрацията на CO_2 и да предложи методи за контрол на тази концентрация в сградите, за да се намали самата концентрация, и да се намалят разходите за електричество в сградата. Количеството на CO_2 за 6 града с различен климат е прогнозирано по иновативен метод, до 2025 г., и е изчислена скоростта на нейното нарастване през тези 5 години. Резултатите показват, че темпът на нарастване на CO_2 през симулираните 5 години се предвижда да бъде между 1 и 3 % през всички месеци на годината и 1,25-1,8 % през цялата година. Това проучване, както и редица други, подчертават, че за да се намали концентрацията на CO_2 в сградите, най-подходящо е да се увеличи количеството на външния въздух, който се подава от въздухообработващите камери в помещенията.

2. Концентрация на въглеродния диоксид във външния въздух

Основното представително място за измерване на глобалната концентрация на CO_2 в атмосферата е обсерваторията Мауна Лоа, Хавай (САЩ). Според [6] концентрацията на CO_2 в атмосферата е 421 ppm в края на 2022 година. Това представлява повишаване на концентрацията с 106 ppm или цели 30,3% спрямо 1958 г. Прогнозното повишаване на концентрацията на CO_2 през XXI век зависи от избрания представителния климатичен път на изменение на концентрацията (RCP). Различните сценарии, репродуцирани от [7] въз основата на информация от петия доклад на Междуправителствена експертна група по климатични промени (IPCC) са представени на Фиг. 1.

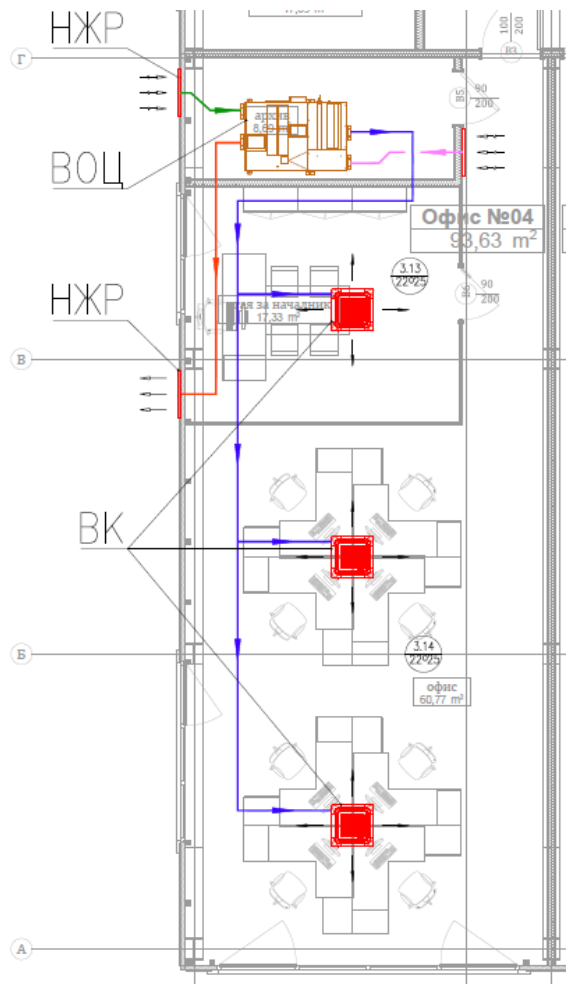


Фиг. 1 Изменение на концентрацията на CO_2 в атмосферата, съгласно различните RCP, репродуцирана от [7]

Сравнението на различните представителни климатични пътища от [8] с данните от [6] показва, че в момента се движим близо до RCP 6.0, което означава, че 2035 г. глобалната концентрация на CO₂ във външния въздух се очаква да достигне около 450 ppm и 500 ppm през 2050 г.

3. Данни за разглеждания обект

Настоящото проучване се фокусира върху независим подобект „Офис №4“ в административната част на логистичен център. Състои се от общо 3 помещения – отворен офис (3.14), кабинет (3.13) и склад/архив (3.12). Сградата се намира в промишлена зона „Илиянци“ на гр. София, България. Офисна площ по вътрешни размери е 80.50 m², а светлата височина 3.50 m. Общият отоплителният товар е 6.76 kW, а пълния охладителен товар възлиза на 7.79 kW, с включен товар от вентилация в режим отопление и охлаждане. Разположението на ОВК оборудването за „Офис №4“ е показано на Фиг.2, като броят на хората е 10.



Фиг. 2 Разположение на ОВК оборудване

4. Данни за разглежданите случай и въздухообработващите камери

Вентилацията е основен компонент на съвременните сгради, осигуряващ не само комфорт, но и здравословни условия за обитателите. В последните години, развитието на технологии и нарастващото внимание към енергийната ефективност доведоха до популяризирането на различни системи за вентилация, сред които централизираната и децентрализирана вентилация са две от основните опции. Тези системи се различават значително по отношение на конструкцията, начина на работа и приложенията си, като всяка от тях предлага своите предимства и недостатъци в зависимост от конкретните нужди на сградата и нейните обитатели. В настоящата статия разгледания пример е с децентрализирана вентилационна система, защото това решение дава голяма гъвкавост на различните наематели по отношение на температурата и зададената стойност на въздушния поток, поддръжката и т.н. и не на последно възможността за индивидуално измерване на консумацията на енергия.

Обработения от ВОЦ въздух се подава за дообработка в четирипътни таванни касети. Това позволява вентилационната система да работи с променлив дебит на подавания към касетите въздух, и съответно засмуквания от общото помещения въздух. Тоалетните са общи за сградата, което пък позволява разглежданата система да работи с балансирани обемни дебети по отношение, както на външния въздух, така и на изхвърляния въздух.

За целите на настоящето сравнение са използвани две ВОЦ, а именно: Случай 1 избор на средна скорост (ВОЦ-1) и Случай 2 избор на ниска скорост (ВОЦ-2), като основните технически данни на двете съоръжения са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Технически данни на използваните ВОЦ

Модел	Дебит, m ³ /h			Свободен напор, Pa		
	ниска	средна	висока	ниска	средна	висока
ВОЦ-1 250	200	250	250	100	120	150
ВОЦ-2 350	300	350	350	100	110	120

5. Резултати и дискусия

За да се оценят негативните ефекти върху вентилационните системи, вследствие на повишаващата се концентрация на въглероден диоксид в атмосферата се разглеждат два случая. При първият ВОЦ е избрана на средна скорост, а при втория на ниска скорост. Обемният дебит на подавания към касетите външен въздух е определен за Категория II, въз основа на предварително дефинираните стойности в [3] на база на боря на хората в офиса. При 25 m³/h/човек, общото количество, което е необходимо е 250 m³/h.

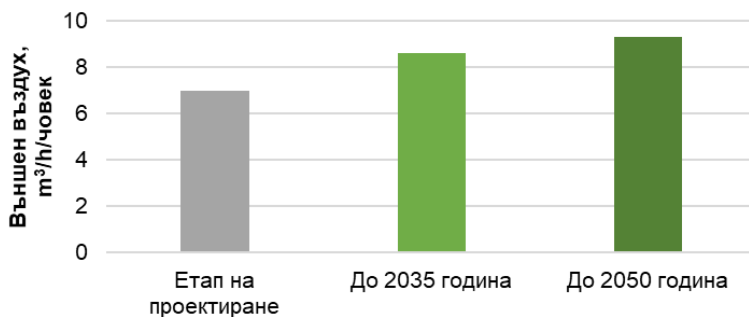
При използването на специфична стойност от 25 m³/h/човек или 7 l/s/човек, при проектна концентрацията на CO₂ във външния въздух от 300 ppm, концентрацията в разглежданото помещение би била 1100 ppm, като по този начин се осигурява разлика в концентрацията от 800 ppm, което отговаря на изискванията, заложили в [1] и [3] за Категория II. При реална концентрация от минимум 410 ppm към 2020 година, концентрацията в помещението би била 1210 ppm. Следователно за да се поддържа първоначално заложената

концентрация от 1100, която е близо до препоръчителната стойност от 1000 ppm, дебитът на външния въздух след да бъде увеличен. Необходимото увеличение на дебита за компенсиране на недостатъците при повишаването на концентрацията в атмосферата в проценти е представено на Фиг. 3.



Фиг. 3 *Необходимо увеличение на дебита външен въздух за компенсиране*

Резултатите показват, въздухообработваща централа, която е избрана да работи на средна скорост няма да има възможност да компенсира промените на климата, като концентрацията ще се повиши до 1300 ppm, което е точно 30.0% над препоръчителната стойност. Оразмеряването на въздуховодната мрежа също трябва да е оразмерена при скорости в главните участъци до 4 m/s за да може при увеличаване на дебита скоростите да останат до препоръчителни те за обществени сгради стойности до около $6 \div 6.5$ m/s а пада на налягане да остане в рамките на разполагаемия напор на съоръжението. Друго решение на проблема с недостатъчния дебит и високата концентрация е да се работи със специфична стойност от $36 \text{ m}^3/\text{h}/\text{човек}$ (10 l/s). Това решение трябва да бъде взето на ниво разработване на инвестиционен проект и ще позволи до 2050 г. концентрацията да не надхвърля 1060 ppm, за конкретния пример. Необходимостта от поддържане на постоянна концентрация на CO₂ в офиса ще доведе до промяна в специфичния дебит, както е показан на Фиг. 4.



Фиг. 4 *Изменение на специфичния дебит на външния въздух*

6. Заключение

Концентрацията на въглероден диоксид в атмосферата продължава да се покачва въпреки мерките, които се предприемат от десетилетия за намаляване на емисиите на CO₂ в световен мащаб. Именно заради това настоящото проучване има за цел да привлече вниманието към вентилационните системи на сградите за обществено обслужване. За този тип сгради се препоръчва поддържане на концентрацията на CO₂ в рамките на 800-1000 ppm в помещенията, тъй като хората прекарват голяма част от денонощието си в тях. Резултатите от настоящето изследване показват, че както на етап проектиране, така и при обновяване на съществуващи сгради, трябва да се вземе предвид възможността за увеличаване на дебита на външния въздух, с който работят с до 21.2 %. Ето защо е необходимо да се приложи нов подход както при проектирането на ОВК системи, така и при поддръжката и обновяването на съществуващите такива.

Представеното изследване показва, че за да се осигури тази възможност ще е необходим избор на въздухообработващи агрегати (агрегати за оползотворяване на топлината на изхвърляния въздух) при ниска скорост и оразмеряване на въздуховодите при ниски препоръчителни стойности на скоростта, съгласно ASHRAE или съответно Наредба №15.

Литература

1. EN 16798-1. (2015). *Energy performance of buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics - Module M1-6*. CEN.
2. ASHRAE-62.1. (2019). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*.
3. Наредба №15 от 28 юли 2005 г. за технически правила и нормативи за проектиране, изграждане и експлоатация на обектите и съоръженията за производство, пренос и разпределение на топлинна енергия, МРРБ.
4. Persily, A., Bahnfleth, W., Kipen, H., Lau, J., Mandin, C., Sekhar, C., Wargocki, P., Nguyen Weekes, L. (2022). *ASHRAE's New Position Document on Indoor Carbon Dioxide*. Indoor Air 2022 - 17th International Conference of the International Society of Indoor Air Quality & Climate, Kuopio, Finland.
5. Baghoolizadeh, M., Rostamzadeh-Renani, M., Hossein, S., Dehkordi, H., Rostamzadeh-Renani, R., Toghraie, D. (2022). *A prediction model for CO2 concentration and multi-objective optimization of CO2 concentration and annual electricity consumption cost in residential buildings using ANN and GA*. Journal of Cleaner Production 379 134753.
6. National Aeronautics and Space Administration. (n.d.). *Climate Change - NASA Science*, <https://science.nasa.gov/climate-change/>, последно посетен на 05.01.2023.
7. Hanna, J., Kim, M.S., Ramsey, A.C., Omdal, D.W., Mulvey, R., Goodrich, B., Ferguson, B., Bronson, J.J., Goheen, E.M., Chadwick, K., Kearns, H., Lockman, I., LaBarge, A.K.B., Stewart, J., Maffei, H.M., Oblinger, B., Smith, A., Ross-Davis, A., Shaw, D., Liepins, K. (2019). *Maximum entropy-based bioclimatic models predict areas of current and future suitable habitat for Armillaria species in Western Oregon and Western Washington*.