

С. В. Сукач, канд. техн. наук (КрНУ ім. М. Остроградського)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ НА АЕРОІОННИЙ СКЛАД ПОВІТРЯ В НЕСТАНДАРТНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

У роботі розглянуто технологічну схему автоматизованих вентиляційних експериментально-дослідницьких систем.

Проведені експериментальні дослідження впливу вентиляції на аероіонний склад повітря і аналіз динаміки концентрації легких іонів у двох нестандартних тестових приміщеннях. Доведено різнохарактерний вплив на них припливної та витяжної вентиляційних систем і перспективність подальших досліджень.

Ключові слова: нестандартні приміщення, припливна та витяжна вентиляція, фізичні фактори середовища, аероіонний склад повітря.

В работе рассмотрена технологическая схема автоматизированных вентиляционных экспериментально-исследовательских систем.

Проведены экспериментальные исследования влияния вентиляции на аэроионный состав воздуха и анализ динамики концентрации легких ионов в двух нестандартных тестовых помещениях. Доказано разнохарактерное влияние на них приточной и вытяжной вентиляционных систем и перспективность дальнейших исследований.

Ключевые слова: нестандартные помещения, приточная и вытяжная вентиляция, физические факторы среды, аэроионный состав воздуха.

In the article was considered the technological scheme the technological scheme automated ventilation vent experimental research systems.

Experimental research of the effect of ventilation on air ion formula analysis of the dynamics of air and light ions concentration in non-standard test in two areas had been conducted. Of different character impact on them tidal ventilation and exhaust systems and the prospects for future research was proved.

Keywords: non standard room, forced and exhaust ventilation, natural environmental factors, air ion formula.

Актуальність роботи. Проблема створення комфортного та безпечного повітряного середовища в приміщеннях, які мають різні за призначенням системи вентиляції та мікрокліматичні показники, але

об'єднані в один комплекс, є широкою та перспективною, тому що охоплює не тільки питання безпечних умов праці, але кількісні параметри середовища, що впливають, з одного боку, на безпеку праці, а з іншого – на показники кількісного характеру у процесі виконання тих чи інших робіт [1–3]. Одними із основних і необхідних умов безпеки праці є забезпечення нормативних показників мікроклімату, іонного складу повітря та інших фізичних чинників повітряного середовища.

Нестандартними є приміщення, що входять до єдиного комплексу і характеризуються різними об'ємними та мікрокліматичними показниками, газовим складом, кількістю людей, типом виробничої діяльності [4].

На цей час не можна уявити функціонування сучасних споруд без автоматизованих систем вентиляції, що дозволяють покращити умови праці та забезпечити зниження витрат на енергоносії. Встановлення приладів і устаткування з відповідним програмним забезпеченням спрощує та здешевлює процес їх інтеграції до складних систем, а самі системи вентиляції стають функціонально гнучкішими та надійнішими.

Розроблена та впроваджена комплексна автоматизована система вентиляції комплексу приміщень (рис. 1) дозволяє знайти баланс між умовами праці (необхідною температурою та вологістю) і зниженням витрат (досягненням необхідної температури з мінімальною витратою енергії), але дослідження динаміки зміни аероіонного складу повітря відійшло на другий план [5].

Відомо, що концентрація аероіонів обох знаків є важливим показником якості повітря приміщень [6–9]. У зв'язку з цим необхідним є проведення експериментальних досліджень впливу припливної та витяжної вентиляції на аероіонний склад повітря.

Матеріали досліджень. З метою експериментальних досліджень впливу систем вентиляції, вентиляційних режимів роботи і певних конфігурацій вентиляційних каналів на динаміку зміни аероіонного складу повітря було обрано два тестових приміщення, розташованих на цокольному (нульовому) поверсі, що відрізняються одне від одного об'ємними показниками, системами вентиляції (припливна та витяжна), значеннями мікрокліматичних параметрів і кількістю встановленого в них електромеханічного обладнання (рис. 1).

Усі ці відмінності під час проведення експериментальних досліджень дозволяють оцінити чинники, що впливають на ступінь зміни аероіонного складу повітря в приміщеннях.

Експеримент у першому тестовому приміщенні. Перше тестове приміщення площею 55 м² не має віконних прорізів. Приплив зовнішнього повітря здійснюється за рахунок вентиляційного отвору з установленим припливним вентилятором (ПВ1). Витяжна система, встановлена в цьому приміщенні, має розгалужену трубопровідну мережу, що проходить крізь чотири приміщення (рис. 1).

Вентиляційна система є витяжною загальнообмінною каналною з механічним спонуканням (аераційний витяг).

Продуктивність вентилятора має змінюватися залежно від кліматичних умов усередині приміщення та ззовні, кількості людей, які знаходяться в приміщенні, тривалості їх перебування та інших чинників. Оскільки наявність або відсутність людей в приміщенні пов'язана з тривалістю робочого дня, то можна зазначити, що час постійної роботи вентиляційної системи складає приблизно 8...9 год./доб., тобто 1/3 доби. Решта часу система перебуває у вимкненому стані.

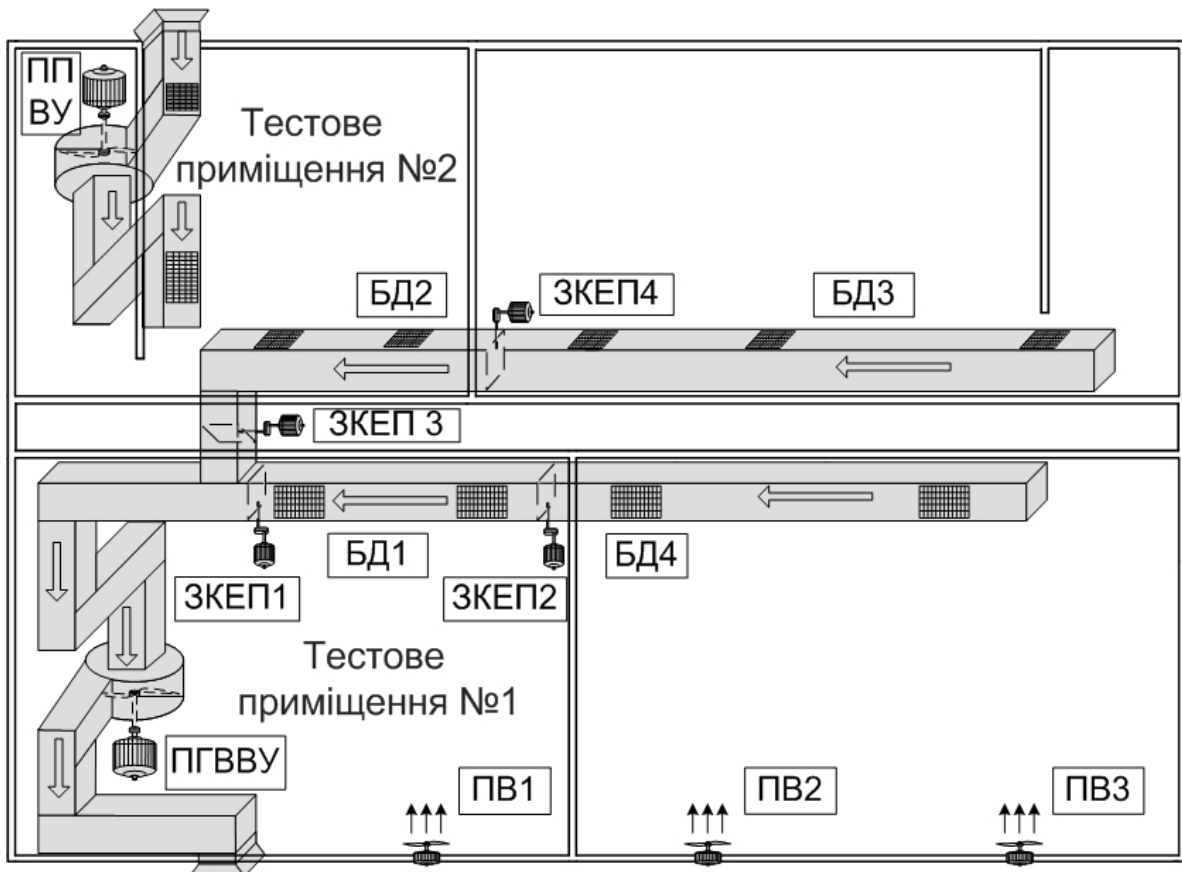


Рис. 1. Технологічна схема автоматизованих вентиляційних експериментально-дослідницьких систем:

ПГВВУ – привід головної витяжної вентиляторної установки;

ППВУ – привід припливної вентиляторної установки;

БД1-БД4 – блоки датчиків (датчики температури, вологості, кисню, тиску);

ЗКЕП1-ЗКЕП4 – засувки із керованим електроприводом;

ПВ1-ПВ3 – припливні вентилятори

Система повітропроводів умовно розділена на 17 ділянок, кожна з яких характеризується певними значеннями витрати повітря, швидкості руху повітряного потоку та площі поперечного перерізу повітропроводу (рис. 2).

Повітропроводи виготовлено з оцинкованої сталі; вони мають прямокутну або квадратну форму перерізу, пластикові жалюзійні ґрати, розташовані вздовж відгалужень повітропроводу.

Технічні характеристики витяжного вентилятора, встановленого в тестовому приміщенні № 1, наведено в табл. 1.

При проведенні експерименту засувки 2 і 3 (ЗКЕП 2, 3) закриті з метою попередження впливу додаткових трубопровідних гілок.

Таблиця 1

Паспортні характеристики витяжного вентилятора

Тип вентилятора	Продуктивність, м ³ /год.	Номинальний тиск, Па	Частота обертання, об./хв.	Максимальний тиск, Па
RP 50-30/25-4D	2576	414	1450	1004

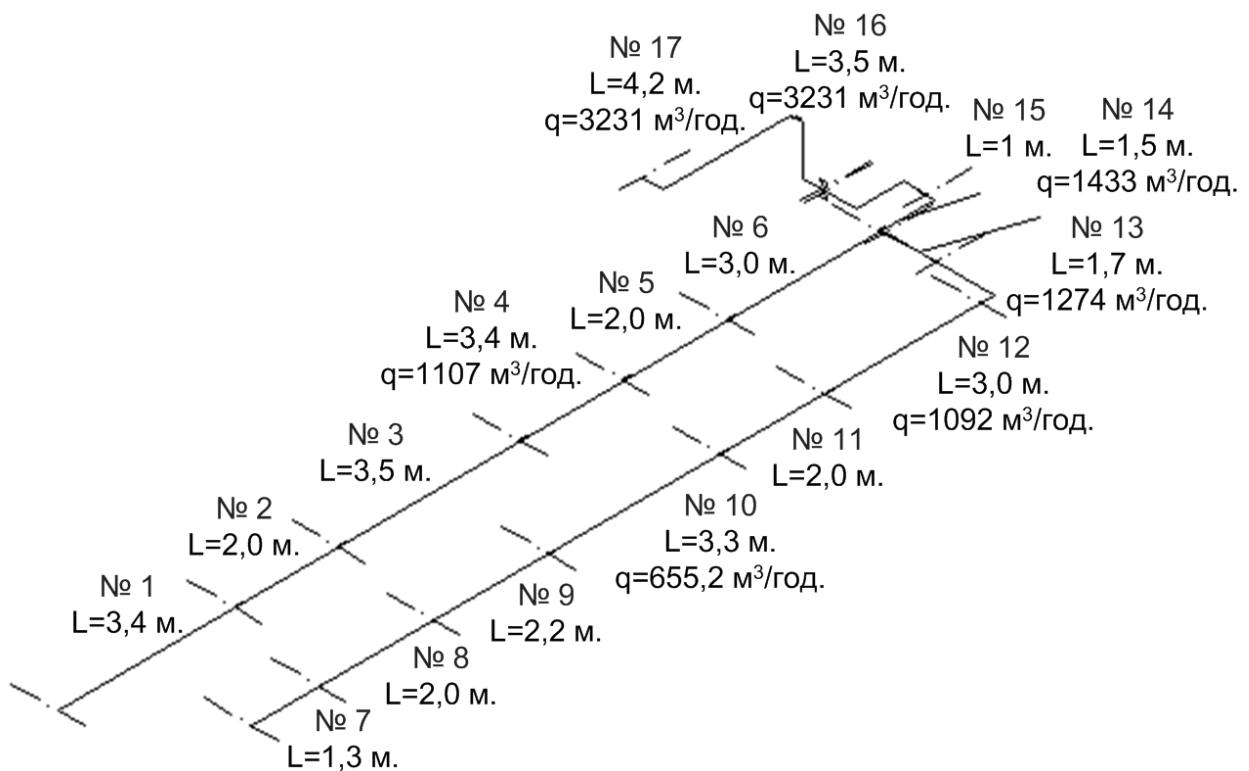


Рис. 2. Схема повітропроводів витяжної системи вентиляції

При проведенні експерименту засувки 2 і 3 (ЗКЕП 2, 3) закриті з метою попередження впливу додаткових трубопровідних гілок.

Параметри мікроклімату у тестовому приміщенні № 1 становили: температура – +21 °С, відносна вологість – 72 %, швидкість спрямованого руху повітря – 0,1 м/с. Фотонне іонізуюче γ -випромінювання перебуває в межах норми – 0,12 мкЗв/год. (радіометр-дозиметр РКС-01 «Стора»).

Вимірювання концентрації легких аероіонів у повітрі приміщень здійснювалось лічильником аероіонів «Сапфір-3к» [9, 10].

Вимірювання виконувались на відстані 0,1 м від жалюзійних ґрат.

Аналіз отриманих експериментальних даних (рис. 3) дозволяє припустити, що робота системи вентиляції призводить до формування нерівномірного поля швидкості повітряного потоку – формується турбулентній режим біля виходу із жалюзійної ґратки.

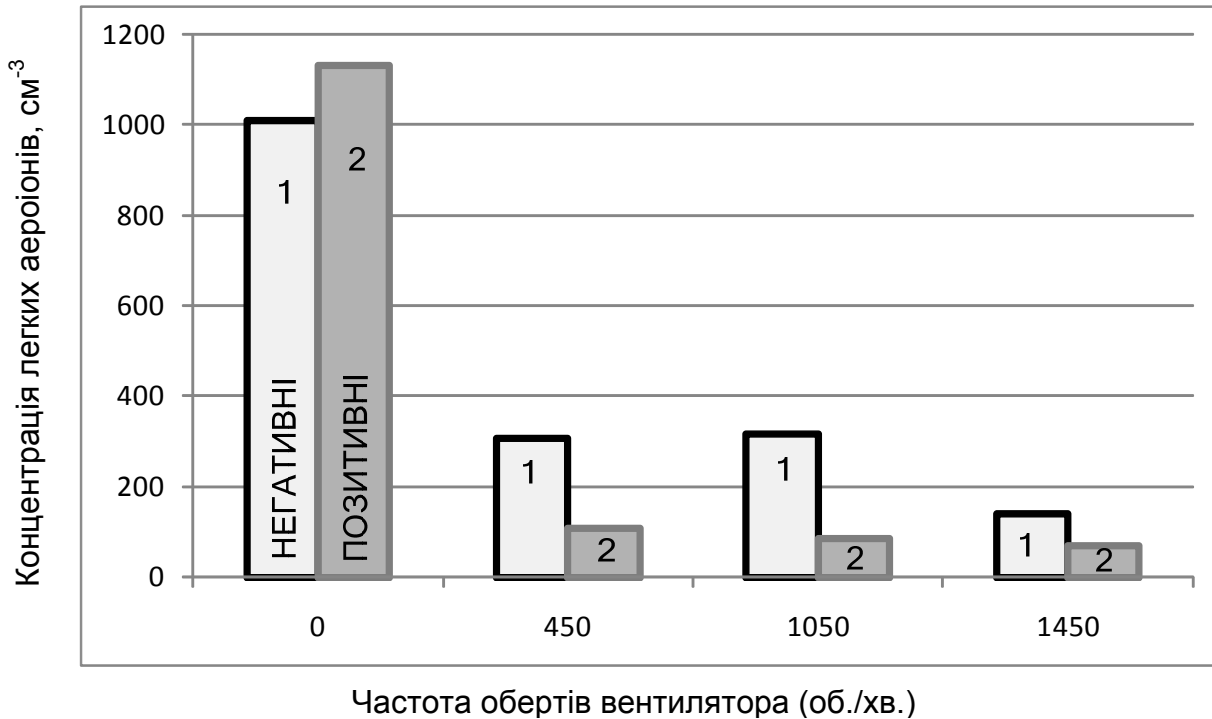


Рис. 3. Характер змін концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) у тестовому приміщенні № 1 залежно від частоти обертання витяжного вентилятора

На нашу думку, по краях ґратки також створюється потік повітря з турбулентним режимом, в якому аеродинамічні сили потоку «розтягують» основну масу аероіонів, тобто змінюють градієнт концентрації цих частинок у бік його зменшення. Лічильник іонів, встановлений по основній осі потоку, фіксує тільки залишкову концентрацію аероіонів, що залишились у так званій «мертвій зоні» – зоні ламінарного потоку.

Не можна відкидати й наступне припущення: зменшення концентрацій іонів на невеликій відстані від витяжних жалюзійних ґраток може бути зумовлено їх видуванням, і лічильник не встигає реєструвати аероіони. Слід зазначити також, що при збільшенні швидкості обертання вентилятора до 450 об./хв. відбувається різке зменшення концентрації іонів, а при подальшому підвищенні швидкості обертів вентилятора концентрація практично не змінюється. Це пояснюється, можливо, тим, що на великих обертах відбувається вирівнювання швидкості руху потоку повітря, встановлюється відповідно стаціонарний режим, вирівнюються величини діючих

аеродинамічних сил, і вся концентрація аероіонів зосереджується в потоці повітря, що рухається.

Але необхідність пошуку додаткових чинників виникнення підвищеної концентрації легких аероіонів у тестовому приміщенні № 1 (вплив радону виключено – фотонне іонізуюче випромінювання в межах норми) залишається актуальною.

Експеримент у другому тестовому приміщенні. Друге тестове приміщення площею 32 м² має віконний отвір, приплив зовнішнього повітря здійснюється за рахунок системи вентиляції (рис. 1).

Через те, що система тестових приміщень розташована на цокольному поверсі і віконний отвір тестового приміщення № 2 знаходиться нижче ніж рівень землі, дослідження здійснювались біля жалюзійної ґратки нижче рівня землі на 1 м. Вимірювання проводилися 10 вересня 2015 року, температура повітря на вулиці +17 °С.

Графіки зміни концентрацій позитивних і негативних аероіонів біля вхідного отвору наведено на рис. 4.

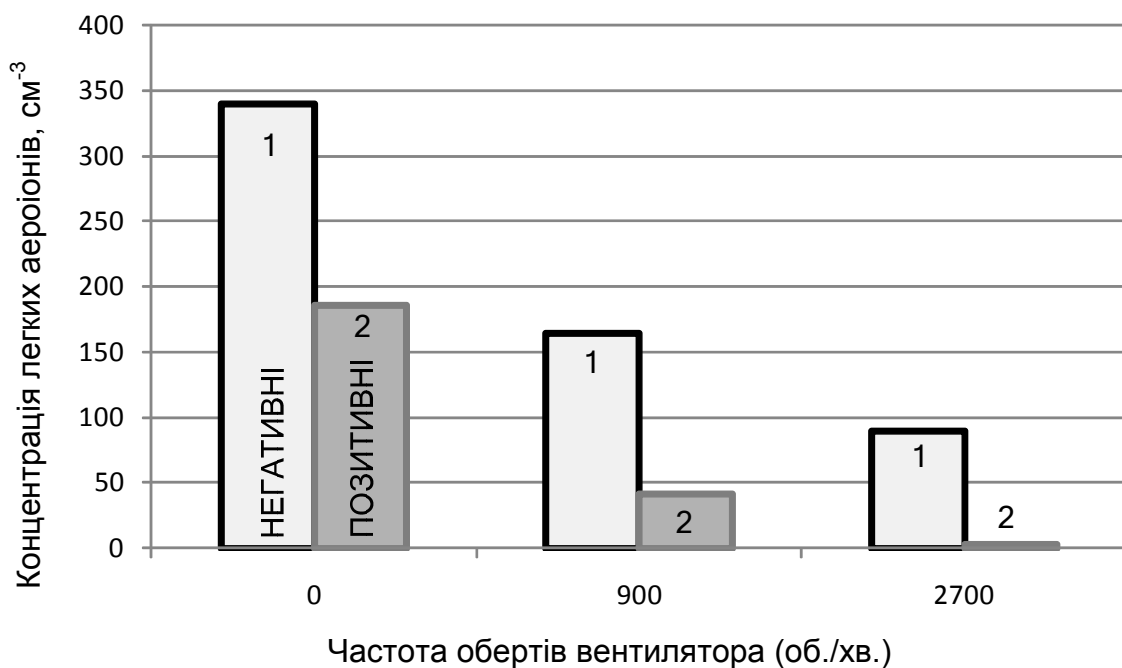


Рис. 4. Зміни концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) на відстані 0,1 м від зовнішньої забірної ґратки залежно від частоти обертання припливного вентилятора

При проведенні експерименту параметри мікроклімату в приміщенні становили: температура – +21 °С, відносна вологість – 42 %, швидкість спрямованого руху повітря – 0,1 м/с, фотонне іонізуюче випромінювання – 0,11 мкЗв/год.

Функціональну схему повітроводів припливної системи вентиляції для подачі повітря у приміщення наведено на рис. 5.

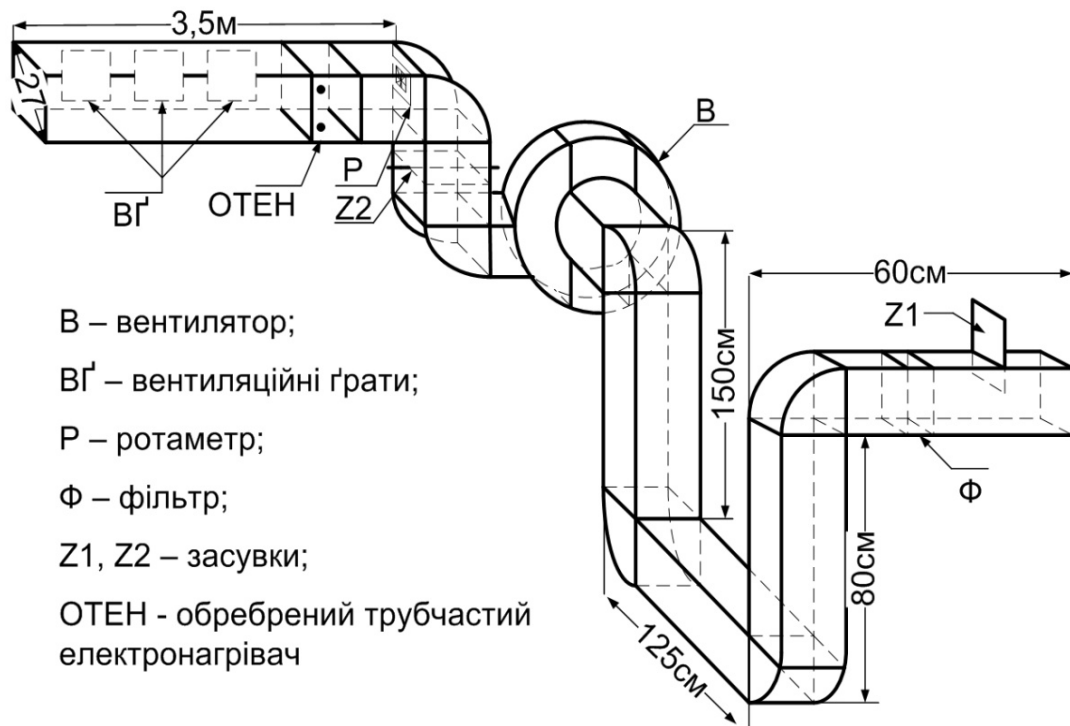


Рис. 5. Функціональна схема трубопроводу припливної системи вентиляції у другому тестовому приміщенні

Технічні характеристики припливного вентилятора, встановленого в другому тестовому приміщенні, наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Паспортні характеристики припливного вентилятора

Тип вентилятора	Продуктивність, м ³ /год.	Максимальний тиск, Па	Частота обертання, об./хв.	Потужність на валу, кВт
ВЦ4-75-2.5	2000	800	3000	0.35

Аналіз концентрацій легких аероіонів (рис. 6) показує, що для припливної вентиляції є характерним інший механізм змін вмісту зазначених часток. Концентрація легких аероіонів на вулиці перебуває в межах норми, що для центру міста добре, але при вмиканні припливного вентилятора їх концентрація зменшується.

У цьому випадку зазначене явище спостерігається лише в зоні дії припливу. Частина аероіонів, що потрапила до приміщення, збільшує концентрацію за рахунок уже наявних у тестовому приміщенні № 2, що відображено на рис. 6.

Проведені дослідження у другому тестовому приміщенні показали величини концентрації аероіонів у межах нормативних значень, у той же час проведення вимірювань при збільшенні швидкості обертання вентилятора виявилось неефективним навіть на відстані двох метрів від жалюзійної ґратки. При включенні вентилятора спрацьовує так званий

ефект «розбавлення» повітря приміщення додатковим об'ємом, що призводить до різкого зменшення вмісту аероіонів.

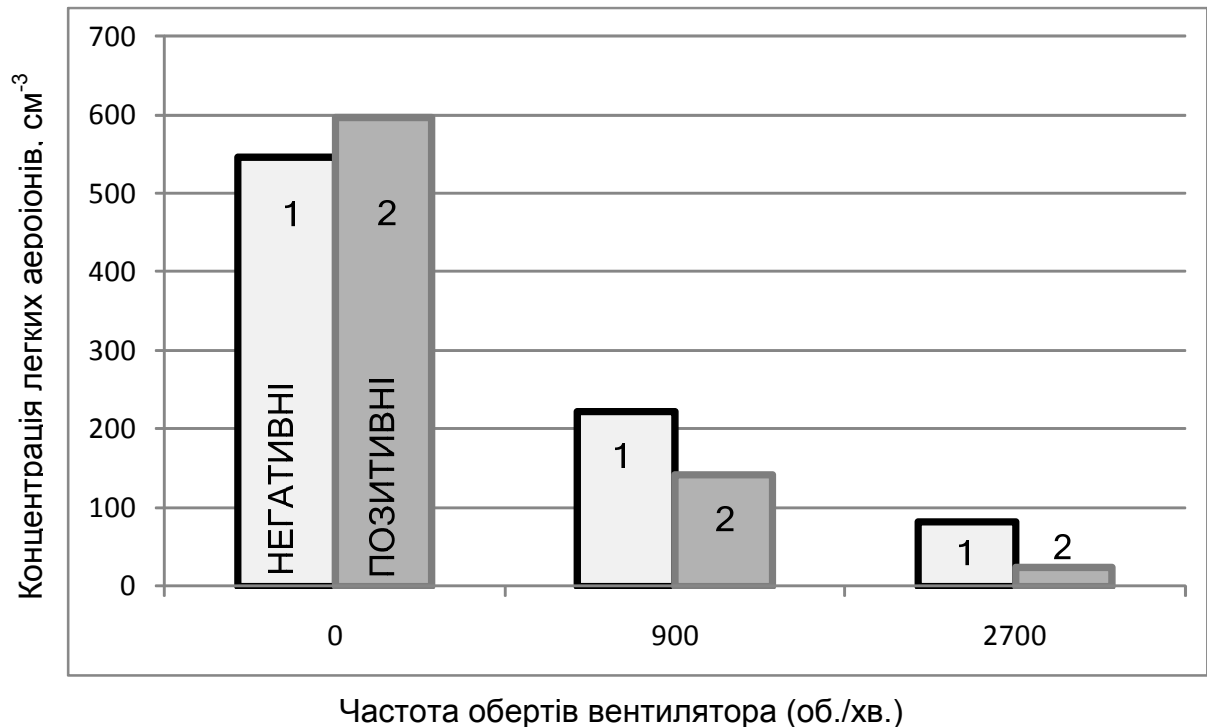


Рис. 6. Динаміка змін концентрації легких аероіонів (1 – негативні, 2 – позитивні) у тестовому приміщенні № 2 на відстані 2 м, від вентиляційної ґратки залежно від частоти обертання припливного вентилятора

Виконану роботу не можна вважати завершеною. Становить інтерес проведення поглибленого дослідження впливу систем вентиляції спільно зі зміною мікрокліматичних параметрів, а також статичного електричного поля, причиною якого є робота вентиляційних систем, на аероіонний склад повітря.

Це є перспективним напрямом подальших досліджень.

Висновки

Таким чином проведені експериментальні дослідження щодо оцінки впливу припливної та витяжної вентиляції на динаміку концентрації легких аероіонів виявили різний механізм змін вмісту частинок залежно від швидкості вентиляційного повітряного потоку.

Виявлені ефекти мають метрологічне значення і мають враховуватись при атестації робочих місць.

Автоматизовані вентиляційні експериментально-дослідницькі системи дозволяють оперативно враховувати зміну мікрокліматичних параметрів, своєчасно отримувати інформацію про стан технічних засобів і систем життєзабезпечення, створюють умови для ефективного контролю та управління основними фізичними чинниками повітряного

середовища в нестандартних приміщеннях. Отримані результати визначають перспективи подальшого вивчення зазначених процесів.

Список літератури

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е. С. Бондарь, А. С. Гордиенко, В. А. Михайлов, Г. В. Нимич. – М. : Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.

2. Сукач С. В. Метод і засоби контролю та управління якістю повітряного середовища у приміщеннях : монографія / С. В. Сукач, Ю. І. Шульга. – Кременчук : Видавець ПП Щербатих О. В., 2013. – 192 с.

3. Сукач С. В. Програмний комплекс для автоматизації вентиляційної системи навчально-лабораторних приміщень / С. В. Сукач // Проблеми охорони праці в Україні : збірник наукових праць. – 2013. – Вип. 26. – С. 82–92.

4. Сукач С. В. Сучасний аспект розв'язання проблеми вентилявання навчальних приміщень різного призначення / С. В. Сукач // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2014. – Вип. 52. – С. 387–393.

5. Сукач С. В. Інноваційні підходи до автоматизації та диспетчеризації функціонування вентиляційних систем / С. В. Сукач, О. І. Запорожець / Управління розвитком складних систем : збірник наукових праць. – К. : КНУБА, 2014. – № 20. – С. 185–190.

6. Запорожець О. І. Принципи моделювання динаміки аероіонного складу повітря у приміщеннях / О. І. Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – № 2 (47). – С. 120–124.

7. Глива В. А. Дослідження впливу мікрокліматичних параметрів повітрообміну на аероіонний склад повітря робочих приміщень / В. А. Глива // Проблеми охорони праці в Україні : збірник наукових праць. – 2011. – Вип. 20. – С. 58–65.

8. Запорожець О. І. Нормування аероіонного складу повітря робочих приміщень та основні напрями його вдосконалення / О. І. Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров // Вісник національного авіаційного університету. – 2011. – № 1. – С. 139–143.

9. Сидоров О. В. Нормалізація аероіонного складу повітря в офісних приміщеннях : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 / О. В. Сидоров ; ДУ «Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці. – К., 2014. – 124 с.

10. Счётчик аэроионов «Сапфир-ЗК». Руководство по эксплуатации. – М. : МПФ «Сапфир», 1999. – 29 с.

Дата подання статті до збірника – 28.10.2015

Рецензент – д-р техн. наук Запорожець О.І.