МАН-Юніор Дослідник. Номінація «Техніка»

**Забезпечення якісного повітря в укриттях шкіл за допомогою ПЕТ-пляшок підчас тривоги**

Тези

Роботу виконав

Ремзі Сеїтосманов, учень 6 класу

Крюківщинського ліцею «Лідер»

Науковий керівник

Вероніка Миколаївна Деркач, Учитель фізики

Крюківщинського ліцею «Лідер»

Наукові консультанти

Зарема Усеїнівна Усеїнова, Координатор МАН

Крюківщинського ліцею «Лідер»

Айдер Сеїтосманов, експерт SALAR International

**Актуальність**

Після початку війни рф проти України, школи опинились під загрозами ракетних обстрілів. За час воєнного стану на території Київської області було 725 тривог, загальною тривалістю 825 годин. Більш ніж 50% тривог було підчас проведення занять в школах. З метою забезпечення безпеки учнів, в школах під укриття були облаштовані підвальні приміщення. В середньому учні знаходяться в укриттях в умовах великої скупченості біля 3 годин.

На відмінність з класною кімнатою, в укриттях немає можливості відкрити вікна для провітрювання. В дослідженні 2022 року, ми доводили залежність працездатності мозку людини та ризику інфікування респіраторними захворюваннями (включно Covid 19) від якості повітря навколо.

Наведені віще фактори визначили актуальність вивчення якості повітря в укриттях шкіл. Тому, продовжуючи тему дослідження 2022 року, нами було вирішено дослідити якість повітря в укриттях шкіл Вишневої громади Київської області підчас тривоги з загрозою ракетного обстрілу та запропонувати можливі технічні рішення цієї проблеми.

**Гіпотеза:** Якісна вентиляція повітря укриття в школах Вишневої громади Київської області зменшує загрозу розповсюдження респіраторних захворювань (включно COVID) серед учнів.

Для забезпечення якісного повітря в укриттях, крім вже встановлених систем вентиляції, необхідно встановити системи рекуперації повітря. Рекуператор може бути виготовлений з ПЕТ пляшок на основі доопрацювання конструкції, яку ми розробили 2022 року.

**Об’єкт дослідження:** Конструкція рекуператора повітря з ПЕТ пляшок для використання у тимчасовому укритті шкіл.

**Предмет дослідження:** Якість повітря в укриттях шкіл Вишневої громади Київської області.

**Завдання:**

1. Вимірювання якості повітря в укриттях шкіл Вишневої громади Київської області за наступними показниками:
* Температура повітря
* Вологість повітря
* Рівень СО2
* Рівень ПМ2.5
* Швидкість відтоку повітря на вході вентиляційного обладнання
1. Моделювання якості повітря за допомогою математичних розрахунків
2. Доопрацювання власної конструкції рекуператора з використанням ПЕТ пляшок та експериментування в укритті ліцею «Лідер».

**В 1-му розділі** описано параметри шкіл (кількість учнів, вчителів), параметри укриття та результати вимірювання якості повітря в укриттях шкіл Вишневої громади. Вимірювання підчас тривоги показало, що рівень СО2 в укриттях шкіл до 3-х годин перебування учнів (до 300 осіб) відповідає санітарним нормам. Після 3-х годин перебування починається збільшення СО2. Також, ми звернули увагу, що в укриттях високий рівень вологості. З приводу впливу збільшення показників вологості, ми звернулись письмово до лікаря Євгена Комаровського. Він пояснів, що загрозу для здоров’я становіть поява плісняви та грибків на стінах укриття.

**В 2-му розділі** проведено моделювання за допомогою математичних розрахунків якості повітря в школах Вишневої громади. Обчислення повітрообміну було проведено за допомогою наступних формул:

* Повітрообмін за санітарними нормами: **Gп= ῤlлnл ,** $\frac{кг}{год}$

ῤ - густина повітря, дорівнює - 1,2 $\frac{кг}{м3}$

lл – повітрообмін на 1 людину, $ \frac{м3}{люд\*год}$, що дорівнює 20 $\frac{м3}{люд\*год}$ (до 3 год безперервно в приміщенні)-

nл – розрахункова кількість людей у приміщенні

* Повітрообміну за СО2 (наявний): **GП=ῤ VCO2/(BГДК-ВП),** $\frac{кг}{год}$

VCO2 – кількість СО2, що виділяється у приміщенні, $\frac{л}{год}$

BГДК – гранично допустима концентрація СО2 у повітрі приміщення, $\frac{л}{м3}$

(для місць періодичного перебування людей більше 2 годин безперервно, дорівнює 1,25 $\frac{л}{м3}$),

ВП – вміст СО2 у припливному повітрі, $\frac{л}{м3}$ (дорівнює 0,4 $\frac{л}{м3}$)

* Кількість СО2, що виділяється у приміщенні **VCO2=vCO2\*0,75NД,** $\frac{л}{год}$

vCO2 – питомі виділення СО2 від однієї людини, $\frac{л}{год\*люд}$, у стані спокою дорівнює 23 $\frac{л}{год\*люд}$

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ліцей «Лідер» | Ліцей «Основа» | Ліцей «Ідеал» | Ліцей №2 |
|  | Всього | На 1 дитину | Всього | На 1 дитину | Всього | На 1 дитину | Всього | На 1 дитину |
| Повітрообмін за санітарними нормами, кг/год | 7200 | 24 | 6000 | 24 | 7200 | 24 | 3192 | 24 |
| Повітрообмін за СО2, кг/год | 7306 | 24 | 7306 | 29 | 7306 | 24 | 3239 | 24 |
| Кількість СО2, що виділяється у приміщенні, л/год | 5175 | 23 | 4312 | 23 | 5175 | 23 | 2294,25 | 23 |
| Макс. кількість дітей у укритті | 300 | 250 | 300 | 133 |
| Площа | 402,39м2 | 275м2 | 460м2 | ≈100м2 |

На основі вимірювання, математичних розрахунків та консультації з лікарем Комаровським ми зробили наступний висновок:

**У разі перебування учнів шкіл нашої громади в укритті більш ніж 3-х годин, рівень СО2 перевищує санітарні норми. Високий рівень вологості в укритті доводить до появи плісняви та грибків і це створює загрозу здоров’ю дітей. Для попередження цих негативних явищ, в укриттях всіх шкіл громади, потрібно посилити повітрообмін за допомогою встановлення рекуператора повітря.**

**У 3-му розділі** ми описалипроцес доопрацювання нашої конструкції рекуператора з ПЕТ-пляшок, а саме посилення його потужності повітрообміну. Для цього ми зробили:

* Збільшили отвори відтоку і притоку повітря за допомогою більшої ПЕТ-пляшки.
* Додали другий вентилятор для посилення притоку чистого повітря.

Зміни конструкції збільшили вартість на 500 грн., та загальна сума витрат на рекуператор з ПЕТ пляшок становить – 1506 грн.



**Джерела і література**

1. Дослідження якості повітря в класах. Ремзі Сеїтосманов, 2022р. <https://youtu.be/X33LOM1n0Sk>
2. ДСанПіН 5.5.2.008-01 «Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу»

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0063588-01#Text>

1. Ю. С. Юркевич, О. Т. Возняк, О. О. Савченко, Х. В. Миронюк Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра теплогазопостачання та вентиляції ВИЗНАЧЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В ПРИМІЩЕННЯХ КЛАСІВ
2. БЕЗПЕКА ПІД ЧАС НАВЧАННЯ: РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ УКРИТТЯ, рекомендації МОН Україні.

<https://mon.gov.ua/ua/news/bezpeka-pid-chas-navchannya-rekomendaciyi-shodo-organizaciyi-ukrittya#:~:text>

1. Онлайн калькулятор для розрахунку швидкості повітря <https://calc4u.ru/index.php/aerodinamika/avtomaticheski-sozdavat-iz-zagolovka.html>
2. Рекуператори. Що треба знати. <https://www.youtube.com/watch?v=Dvqr1wVxkfI&t=270s>