

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Механічний факультет

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ДИПЛОМНА РОБОТА

бакалавра

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРІ У КАБІНІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, проф.



О. І. Богатов

Нормоконтроль, канд. техн. наук, доцент



М. В. Москаленко

Консультант, канд. техн. наук, проф.



О. І. Богатов

Керівник, канд. техн. наук, доцент


(підпис)

М. М. Кравцов

Студент гр. ММ-41-19



Камілов Білолдин

Харків – 2023

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Факультет механічний

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри МБЖД

 О. І. Богатов

«__» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
гр. ММ-41-19 Камілову Білодін**

1. Тема роботи: **«Вдосконалення методики вимірювання вологості повітря у кабіні транспортного засобу».**

Керівник роботи: Кравцов Михайло Миколайович, канд. техн. наук, доцент

Затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» березня 2023 року № _31_

2. Строк подання студентом роботи: 05.06.2023 р.

3. Вхідні дані до роботи:

1. Параметри вимірвальних датчиків вологості у повітрі.

2. Методика досліджень вимірювання вологості у повітрі.

3. Вимірвальні параметри вологості у повітрі.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Вступ.

1 Аналізування вимог чинних нормативних документів.

2 Вдосконалення існуючої методики вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу.

3 Охорона праці.

4 Висновки.

5 Перелік посилань.

6 Додаток А. Методика досліджень параметрів мікроклімату.

7 Додаток Б. Ілюстративний матеріал до дипломної роботи.

8 Подання роботи керівнику.

9. Подання роботи на рецензію.

10. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Не передбачено

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Канд. техн. наук, проф. Богатов О. І.	 01.04.2023	 09.05.2023

7. Дата видачі завдання 01 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ зп/	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи у 2023 р.	Примітка(+/-)
1	Аналізування вимог чинних нормативних документів	01 – 11 квітня	+
1.1	Вимоги чинних нормативних документів	12 – 19 квітня	+
1.2	Існуюча методика вимірювання вологості повітря	20 - 28 квітня	+
2.2		29 квітня – 8 травня	+
3	Вдосконалення існуючої методики вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу	9 – 15 травня	+
4	Охорона праці	16 – 21 травня	+
5	Висновки	22 - 26 травня	+
6	Перелік посилань	27-28 травня	+
7	Додаток А. Методика досліджень параметрів мікроклімату	29 – 30 травня	+
8	Додаток Б. Ілюстративний матеріал до дипломної роботи	30-31 травня	+
9	Подання роботи керівнику	01 червня	+
10	Подання роботи на рецензію	05 червня	+

Студент _____



_____ Камілов Білолдин

Керівник роботи _____


(підпис)

_____ Кравцов М. М.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота бакалавра: 71 сторінок, 11 рисунків, 4 таблиці, 29 джерел, 9 формул, 2 додатка.

Ключові слова: вологість, вимірювання, повітря, параметр, салон, транспортний засіб, кабіна, нормативний документ.

Об'єкт дослідження – повітря кабіни транспортного засобу.

Мета роботи – удосконалення методики вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу.

Методи дослідження: рентгенофазовий, гамма-спектрометричний, спектрофотометричний, електронно-зондовий мікроаналіз та розрахункові.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає в застосуванні простого та надійного способу вимірювання вологості у кабіні транспортного засобу.

Практична значимість результатів, отриманих в дипломній роботі, полягає в тому, що отримано та підтверджено патентом на корисну модель показчик індикатора вологості повітря, який придатний для використання у кабіні транспортного засобу.

Показчик індикатора вологості повітря є промислово придатним. Створений, простий за конструкцією, показчик індикатора вимірювання вологості повітря, який завжди буде знаходитися в одній площині зі шкалою вологості незалежно від дії вологи повітря на вологочутливий елемент, унеможлиблює появу незручностей для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора і дозволить без додаткових розрахунків візуально визначити вологість повітря на якісному рівні, яка забезпечить оцінку санітарно-гігієнічних умов робочої зони, кабіни транспортного засобу.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	6
Вступ.....	7
1 Аналізування вимог чинних нормативних документів.....	9
1.1 Вимоги чинних нормативних документів.....	9
1.2 Існуюча методика вимірювання вологості повітря	11
2 Вдосконалення існуючої методики вимірювання вологості повітря у повітрі кабіни транспортного засобу.....	30
3 Охорона праці	34
Висновки	43
Перелік посилань.....	44
Додаток А. Методика досліджень параметрів мікроклімату	47
Додаток Б Ілюстраційний матеріал до дипломної роботи.....	57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ,
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

БТЗ - безпека транспортних засобів

ТЗ - транспортний засіб

ОП – охорона праці

МК – мікроклімат

АГ – автомобільна галузь

ББ – біобезпеки

СГН – санітарно-гігієнічні норми

СКП – система кондиціонування повітря

А – абсолютна вологість повітря

W – відносна вологість повітря

P – атмосферний тиск

T – температура повітря і поверхонь

V – швидкість руху повітря

ВМД – валідація методики досліджень

СОМД – статистичне оцінювання методики досліджень

ФЕТ – фізіологічний еквівалент температури

ВСТУП

Дана дипломна робота захищається за спеціальністю 152 ” Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка ”.

Безпека перевезень пасажирів полягає не тільки уникнути запобігання аварійних ситуацій, але й гарантуване збереження здоров'я пасажирів та водія і комфортність перевезень транспортним засобом, що значною мірою забезпечується створенням у кабіні оптимального мікроклімату.

Кабіна автомобіля являє собою складну технічну систему з різноманітністю складових її елементів огорожуючих матеріалів та енергетичного обладнання, в протікають різноманітних фізичних процесів. У них йде поглинання, перетворення та перенос теплоти. На ці розподілення впливають зовнішні фактори, такі як температура зовнішнього повітря, його вологість, а також швидкість руху повітря. Таким чином, у [1] запропонована розроблена система кондиціонування (СКП), яка призначена для автоматичної підтримки мікроклімату, забезпечуючи об'єднану роботу систем кондиціонування, опалення, вентиляції за рахунок електронного блока управління транспортного засобу.

Аналіз вимог державних і міжнародних нормативних документів по створенню оптимального мікроклімату у кабіні транспортного засобу (КТЗ) наведено у роботі [2], та встановлені де які розбіжності вимог у державних і міжнародних нормативних документах, які відносяться до мікроклімату у транспортних засобів.

Мікрокліматичні умови виробничих приміщень характеризуються такими показниками: температурой повітря, відносною вологістю повітря, швидкістю руху повітря, інтенсивність теплового (інфрачервоного) опромінення, температурою поверхнь [3].

Мета роботи – удосконалення методики вимірювання вологості у повітрі кабіні транспортного засобу.

На вологісний режим у повітрі кабіни транспортного засобу впливає неорганізований повітрообмін через їх нещільність (інфільтрація), вентиляція, кондиціонування, тепловий стан, кількість водяної пари та наявність патогенних шкідників.

Швидкість руху транспортного засобу залежить від швидкості та дії повітря на кузов, повітряного обміну через отвори та нещільності, а також навантаження. Розрахунок теплового стану транспортного засобу, в принципі, зводиться до розрахунку теплотворної здатності рідинного нагрівача з врахуванням всіх теплових втрат у кабіні.

На тепловий режим у кабіні транспортного засобу в умовах зимової експлуатації значний вплив здійснює тепловий обмін, який утворюється через відкриті двері на короткочасних зупинках.

Надходження і нагрівання повітря для вентиляції не враховується, так як повітрообмін в кабіні здійснюється при відкритих пасажирських дверях та зупинках транспортного засобу.

Температурний стан кабіни транспортного засобу можна розрахувати за величиною, зворотною коефіцієнту теплопередачі кузова - тепловому опору одиниці площі салону автобуса.

У кваліфікованій роботі вдосконалено методику вимірювання вологості та температурного стану який відбувається у кабіні транспортного засобу. Встановлено також, що цілодобово у міському транспорті розрахунок параметрів мікроклімату доцільно вести за коефіцієнтом теплопередачі кузова. Температурний стан міжміського транспорту необхідно розраховувати з термічного опору одиниці площі салону.

Доведено, що тепло витрачається значно менше в салоні міжміських автобусів, порівняно з міськими автобусами через відсутність таких втрат на зупинках, при виході та вході пасажирів - і становлять більше половини всіх теплових втрат. З метою зменшення цих теплових втрат запропоновано встановити скло пакети замість одиночного скла.

1 АНАЛІЗУВАННЯ ВИМОГ ЧИННИХ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

1.1 Вимоги чинних нормативних документів

Мікроклімат (МК) в кабіні транспортного засобу (опалення, вентиляція, вологість повітря) належать до трьох пріоритетних чинників формування сприятливих умов при пасажирських перевезеннях [1]. Відмінності клімату різних країн щодо вимог і оцінки відповідності систем мікроклімату, вологості повітря не входять в міжнародну базу Правил ЄЕК ООН, які сконцентровані на безпеці і екології руху транспортного засобу. Вони відносяться до національної бази стандартів (у ФРН – DIN 1946-3-2006 [2], DIN 33403 [3], ДСТУ Б EN ISO 7730 [4], ДСН 3.3.6.042 [5] та ін.

Поділення окремих кліматичних районів по групах, рекомендується для використання у транспорті різних модифікацій [3]. Згідно цієї розбивки для холодної зони необхідні дві модифікації: полярна з роботи в дуже холодних районах і північна - у холодному районі, нормальна - роботи в групі районів помірної зони і теплої зони та південна - роботи в жаркої зоні.

Сьогодні, практично всі ТЗ комплектуються кліматичними установками (кондиціонери, охолоджувачі, вентиляційні системи, та ін. прилади та приладдя). Створення сприятливих температурних та вологісних режимів у кабіні транспортного засобу при перевозці пасажирів являє собою найменші енергозатрати та необхідні умовами для великогабаритних ТЗ (автобусів, вантажних та дорожніх машин). Дослідження оптимального мікроклімату у кабіні транспортного засобу раніше проводились лише для автобусів, наприклад в публікації [4] це поширено і для електробусів. Проведено експерименти з метою отримання температурного поля в салоні електробуса. За допомогою датчиків температури які встановлені у салоні електробуса проведено вимірювання температури у 4-х умовних зонах кабіни водія (зона ніг, поясу та голови).

Закон України „Про охорону праці” [5], прийнятий 14.10.92 р., є основним законодавчим документом для всіх підприємств, установ, організацій та мешканців України.

В окремий об’єкт законодавчого регулювання виділена безпека з вогнем - Закон України “Про пожежну безпеку” [6]. Чинність Закону України «Про пожежну безпеку» втрачена, на зміну введено Кодекс Цивільного захисту України (КЦЗУ). Мета КЦЗУ - створення єдиної служби в Україні для рятування від техногенних та природних небезпек. Введені також наступні законодавчі документи: “Про дорожній рух” від 30 червня 1993 р. № 3353-ХІІ, “Про цивільну оборону України” № 2974-ХІІ від 3 лютого 1993 р., “Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення”, від 24 лютого 1994 р. № 4004-ХІІ.

У сфері безпеки транспорту у наступний час діють Закони України: “Про дорожній рух”, “Про транспорт”, “Про залізничний транспорт”, “Про приєднання України до Європейської Угоди”, “Про міжнародне дорожнє перевезення небезпечних вантажів”, “Про перевезення небезпечних вантажів”, “Про автомобільний транспорт”, “Про міський електричний транспорт” тощо.

Крім законів, питання безпеки робочих процесів на транспорті визначаються в таких нормативних документах: нормах, стандартах, правилах, інструкціях, кодексах (статутах) окремих видів транспорту, інших актах законодавства України.

Створення оптимального мікроклімату в кабіні транспортного засобу визначають санітарні норми ДСН 3.3.6.042 [5], які регламентують основні вимоги до умов праці водіїв автобусів, вантажних, легкових та спеціальних автомобілів. Санітарні правила є обов'язковими при проектуванні, виготовленні, експлуатації та ремонті автомобілів та поширюються на автотранспортні (АТП) та авторемонтні підприємства та організації міністерств та відомств, що мають автомобільний транспорт, а також підприємства автомобільної промисловості.

Наприклад, робоче місце водія має бути виконано окремо від салону з пасажирами. Скло на бокових вікнах повинно бути виконано подвійним та детермальним з покриттям, що зменшує теплообмін салону із зовнішньою середою. Системи вентиляції, опалення, кондиціонування та засоби теплоізоляції повинні забезпечувати підтримання у салоні ТЗ оптимальні параметри мікроклімату, які наведено у таблиці 1 [5].

Таблиця 1.1 - Оптимальні параметри мікроклімату

Період року	Оптимальні параметри мікроклімату, ° С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період року	20-23/19-25	60-40/75	0,2/0,2
Теплий період року	20-25 / не більше ніж на 3°С вище за середню температуру зовнішнього повітря в 2013 рік найспекотнішого місяця, але не більше 28°С	60-40/при: 28 ° С не більше 55, 27 ° С не більше 60, 25 ° С не більше 70, 24 ° С і нижче - не більше 75	0,2/0,2-0,

Примітки: Вимоги до мікроклімату регламентує ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”[5].

1.2 Існуюча методика вимірювання вологості повітря

Кабіна транспортного засобу - це складна конструкція з різноманітністю складових її елементів, огорожуючих елементів, енергетичного обладнання, у яких протікають фізичні процеси поглинання, перетворення та переносу теплоти та вологи у повітрі. На ці розподілення впливають зовнішні умови, такі як температура зовнішнього повітря, її вологість, швидкість руху повітря. Таким чином, у науковій роботі [6] запропонована система очищення, поволоження та кондиціонування повітря (СКП), яка призначена автоматично підтримати мікроклімат та забезпечити сумісну роботу систем опалення, вентиляції і кондиціонування за рахунок

електронного блоку управління.

Згідно з ДСН 3.3.6.042 [5], система кондиціонування повітря транспортних засобів повинна забезпечувати мікроклімат у межах від 22°C до 24°C при повітрообміні $0,15\text{ м}^3/\text{с}$ (перший рівень комфорту). Робоче місце водія, т. б. кабіна має бути відгороджене від салону де знаходяться пасажери. Скло на бокових вікнах рекомендовано бути подвійним, детермальним з покриттям, яке зменшує теплообмін у салоні транспорту із зовнішньою середою і мати позитивну кривизну. Крім занавісок, повинні бути передбачені спеціальні жалюзі.

Системи вентиляції, опалення, кондиціонування та засоби теплоізоляції повинні забезпечувати підтримування в салоні транспортного засобу оптимальні параметри мікроклімату, які наведені у таблиці 1, не пізніше ніж через 30 хвилин після початку неперервного руху транспортного засобу з прогрітим двигуном.

Контроль параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою спеціальних приладів: термометрів для вимірювання температури повітря та поверхонь ТЗ; барометрів для вимірювання атмосферного тиску (Р); психрометрів для вимірювання відносної вологості повітря, (W); анемометрів для вимірювання швидкості руху повітря у салоні транспортного засобу (V).

Температура повітря у салоні транспортного засобу, вимірюється в градусах Цельсія - це одиниця для вимірювання температури за шкалою Цельсія. З метою позначення вимірювальної одиниці застосовується символ $^{\circ}\text{C}$ [10], який характеризує тепловий стан мікроклімату. Температура поверхонь та інтенсивність теплового опромінення фіксується лише за наявності джерел теплових показань.

Вологість повітря – це вміст у повітрі водяної пари. Розрізняють абсолютну, максимальну і відносну вологість.

Абсолютна вологість — густина водяної пари, яка визначається відношенням маси водяної пари (вимірюється зазвичай у г), що міститься в газі, до об'єму цього газу (зазвичай в 1 м³ повітря).

Максимальна вологість (F) – це пружність або маса водяної пари, при якій можливо наситить 1 м³ повітря при даній температурі.

Відносна вологість (W) – це відношення абсолютної вологості до максимальної, виражена у відсотках. Швидкість руху повітря вимірюється у м/с.

Методика вимірювання вологості повітря та дослідження її параметрів мікроклімату наведено окремо у додатку А.

У нормальних умовах для вимірювання температури повітря використовуються ртутні або спиртові термометри, термографи для реєстрації зміни температури за певний час та сухі термометри – психрометри. Вимірювання вологості повітря виконують переносними аспіраційними психрометрами "Ассмана", рідше стаціонарними психрометрами "Августа" та гігрометрами. При використанні психрометрів додатково вимірюють атмосферний тиск за допомогою барометрів-анероїдів.

Анемометр крильчатий АСО-3, який використовується при вимірюванні швидкості руху повітря в діапазоні від 0,3 м/с до 5 м/с. Вітроприймачем манометра служить його крильчатка, насаджена на вісь, один кінець якої закріплений на нерухомій опорі, а другий через черв'ячну передачу передає обертання редуктора лічильного механізму. Його циферблат має три шкали з градуванням у тисячі, сотні та одиниці вимірів. Вмикання та розмикання механізму проводиться аретиром - це пристрій для встановлення і закріплення чутливого елементу приладу у неробочому положенні. Застосовують його зазвичай з метою зберігання чутливого елемента від механічних пошкоджень та у процесі встановлення або транспортування, убезпечення від випадкових поштовхів. Іноді аретир використовують з метою гасіння коливань складника вимірювального приладу, який є показником (у гіроскопах, дзеркальних гальванометрах,

аналітичних вагах тощо) [9]. Чутливість приладу трохи більше 0,2 м/с. Останнім часом з метою визначення параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях успішно застосовуються аналого-цифрові прилади.

Оскільки вимірювання температури і тиску доступне і зрозуміло, докладно розглянемо прилади та принципи їх вимірювання відносної вологості (W) повітря.

Відносну вологість повітря за наявності джерел теплового випромінювання та повітряних потоків у салоні транспортного засобу слід вимірювати аспіраційними психрометрами. Температуру та відносну вологість повітря можливо вимірювати психрометрами, які не захищені від впливу теплового випромінювання та швидкості руху повітря. Таким прикладом аспіраційного психрометра є психрометр “Ассмана”.

Аспіраційний психрометр “Ассмана” призначений для вимірювання відносної вологості та температури повітря в наземних умовах. Вимірювання вологості повітря засноване на вимірюванні температури повітря та температури “змоченого” термометра з метою подальшого обчислення за психрометричними таблицями параметрів вологості повітря.

Аспіраційного психрометр “Ассмана” (рисунок 1.1) [14] складається з двох термометрів (сухого і вологого) та вентилятора.



Рисунок 1.1 - Аспіраційний психрометр “Ассмана”

Принцип роботи приладу заснований на залежності різниці показів сухого та змоченого термометрів від вологості навколишнього повітря. Чим ближче вміст пари води в повітрі до стану повного насичення, тим повільніше йде випаровування води з гнота, обмотаного навколо ртутного балончика зазвичай правого, змоченого термометра. При цьому охолодний ефект випаровування зменшується і різниця показань сухого та змоченого термометрів зменшується. При відносній вологості понад 100 % - повне насичення, випаровування не відбувається і обидва градусники показують однакову температуру.

Вентилятор, що обертається в аспіраційній головці, всмоктує повітря з постійною швидкістю близько 2 м/с в психрометр і він, обтікаючи резервуари термометрів, проходить по повітропровідній трубці до вентилятора і викидається ним назовні через прорізи в аспіраційній головці. При цьому сухий термометр показує температуру навколишнього повітря, а показання змоченого термометра будуть меншими від сухого адекватно охолоджувальної дії випаровування води з серветки батистової. Чим сухіше повітря, тим інтенсивніше випаровування, отже більше різниця показань. З цієї різниці і розраховується відносна вологість. На практиці відносна вологість визначається за психрометричною таблицею або психрометричним графіком наведеному у побутовому психрометричному гігрографі (рисунок 1.2).

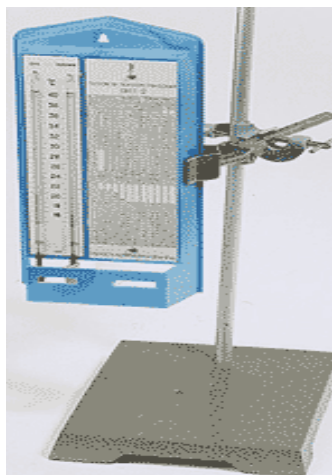


Рисунок 1.2 - Побутовий психрометричний гігрограф

Для захисту термометрів від теплового випромінювання резервуари закриті металевими хромованими гільзами. Гільзи переходять у загальну трубку із невеликим аспіраційним вентилятором зверху. Для вимірювання вологості (W) спочатку за допомогою піпетки з водою зволожують батист або ватку яка закріплена на одній гільзі з термометрів і просушують вентилятором протягом від 3 хв до 5 хв, до повного висихання. Вентилятор працює від заводу пружини.

Відносну вологість повітря визначають за формулою:

$$W = A \cdot 100 \%,$$

де W – відносна вологість, яка встановлюється у %;

A - абсолютна вологість, у мм рт.ст.;

$F_{\text{сух}}$ – максимальний тиск водяної пари при температурі сухого термометра знаходять з психрометричної таблиці психрометра “Ассмана” (рисунок 2).

Абсолютну вологість повітря за допомогою психрометра Ассмана розраховують за формулою:

$$A = F_{\text{вл}} - 0,5 (t_{\text{сух}} - t_{\text{вл}}) B / 755,$$

де A - абсолютна вологість повітря, у мм рт. ст.;

$F_{\text{вл}}$ - максимальна вологість повітря визначається за показником температури "вологого" термометра (знаходять з психрометричної таблиці психрометра “Ассмана” (рисунок 2),

0,5 – психрометричний коефіцієнт;

$t_{\text{сух}}$ - температура “сухого” термометра, ° С;

$t_{\text{вл}}$ - температура "вологого" термометра, ° С;

B – барометричний тиск у період проведення дослідів, Па;

755 - середній барометричний тиск, Па.

Принцип роботи психрометра заснований на тому, що інтенсивність випаровування води з поверхні зволоженого резервуара психрометра пропорційна сухості повітря: чим він сушійший, тим нижчі показники зволоженого термометра в порівнянні з сухим у зв'язку з тим, що тепло зволоженого психрометра втрачається на прихованість тепло пари [7].

Аналізуючі методичні вказівки, які наведені у Додатку А, встановлено що у головних характеристиках вологого повітря позначено, що водяна пара – це змінна складова частина атмосферного повітря. Кількість водяної пари в атмосфері оцінюють за характеристиками вологого повітря, до яких відносяться: пружність водяної пари, абсолютна та відносна вологість.

Пружність водяної пари (e) – це парціальний тиск водяної пари. При фіксованій температурі пружність водяної пари яка не може перевищувати деяке граничне значення E , та називається пружністю насичення водяної пари. Цей параметр залежить від температури і буде збільшуватися при підвищенні останньої [9].

Абсолютна вологість (q) чи щільність водяної пари – це кількість водяної пари, яка міститься в 1 м^3 повітря (г/м^3).

Відносна вологість (φ) – відношення пружності водяної пари, яке міститься у повітрі, до максимально можливої пружності водяної пари E при даній температурі:

$$\varphi = \frac{e}{E} \cdot 100, \%$$

де e - максимальна пружність водяної пари при температурі сухого термометра;

E - максимальна пружність водяної пари при температурі мокрого термометра;

Відносна вологість показує відсотковий вміст у повітрі водяної пари. Наприклад, якщо відносна вологість дорівнює 70 %, це означає, що у повітрі міститься лише 70 % тієї кількості водяної пари. Найбільш відомими є такі

методи вимірювання вологості: абсолютний (ваговий); психрометричний; визначення вологості за допомогою волосяного гігрометра; визначення вологості за точкою роси; вимірювання парціального тиску водяної пари за допомогою дифузійно-манометричних приладів; визначення вологості повітря за електропровідністю сольових плівок. На практиці найчастіше використовують психрометричний метод.

При психрометричному методі вимірювань відносна вологість повітря визначається на основі показників двох однакових термометрів, резервуар одного з яких обернений змоченим клаптом матерії (батист, вата), а другий - сухий (не обгорнутий і не змочений водою). Таким чином, маємо два види – „змочений” та „сухий” термометри.

Зверху резервуара змоченого термометра випаровується вода, інтенсивність якої залежить від вологості навколишнього повітря. Чим менше відбувається насичення вологою навколишнього повітря, тим інтенсивніше випаровування з поверхні змоченого термометра і отже нижче його показання, оскільки на випаровування води витрачається тепло.

Таким чином, різниця у показах сухого та змоченого водою термометрів залежить від вологості повітря [10].

Аспіраційний психрометр МВ-4М (рисунок 1.3) використовується з метою вимірювання та визначення відносної вологості повітря в межах від мінус 10 °С до 35 °С. Цей вимірювальний прилад складається з двох однакових термометрів 1 і 2, які закріплені в металевій оправі, що складається з трубки і захисних планок 4.

Резервуари термометрів захищені подвійними трубками 5, 6, 7, 8 спеціальною піпеткою. Навколо резервуарів термометрів рухається повітряний потік із постійною швидкістю – 2 м/с. Це досягнуто шляхом роботи аспіратора 9 з приводом електричного двигуна або пружинного механізму, який запускається за допомогою ключа 10.

З метою запобігання впливу на прилад прямої радіації сонця його поверхню відполіровано та нікельовано. Для вимірювання вологості повітря необхідно виконуються такі дії: розмішують психрометр у досліджуваному місці (за 30 хв взимку та за 15 хв влітку до початку вимірювань); змочують батистовий клапот за допомогою піпетки 11, наповненої раніше дистильованою водою¹³, для цього необхідно довести рівень води в піпетці до 1см від краю і зафіксувати його за допомогою затискача 12, ввести всю піпетку води в трубку 7 і витримати її в такому положенні (3 – 5) с. Послабити затискач 12 вийняти піпетку; за допомогою ключа 10 завести пружину аспіратора та через 4 хв зняти показання з термометрів; за показаннями психрометра, користуючись психометричною таблицею (таблиця 3) чи психометричними графіками, визначити відносну вологість повітря [11].

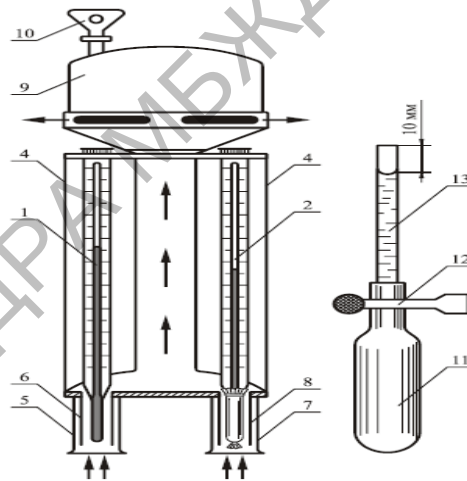


Рисунок 1.3 - Аспіраційний психрометр МВ – 4М

Використовують інші вимірювальні прилади: волосяний гігрометр М-19 (МВ-1). Прилад використовується для вимірювання вологості повітря при температурах від мінус 50 °С до 55 °С. Чуттєвим елементом цього приладу є знежирене людське волосся, яке змінює свою довжину при зміні вологості навколишнього повітря.

Таблиця 3 - Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа

T _c	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	81	64	46	29	13	—	—	—	—	—	—	—	—
3	84	69	54	40	25	12	—	—	—	—	—	—	—
6	87	73	60	47	35	23	11	—	—	—	—	—	—
9	88	76	65	53	42	32	22	12	3	—	—	—	—
12	89	78	68	58	48	38	30	21	12	4	—	—	—
15	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13	4	—	—
18	90	82	73	65	57	49	42	35	27	20	13	6	—
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	19	13	7
24	92	85	77	70	63	56	49	43	37	31	26	21	16
27	93	86	79	72	65	59	53	47	41	36	31	26	21
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
33	93	86	80	74	68	63	57	52	47	42	37	33	28
36	93	87	81	75	70	64	57	54	50	45	41	36	31
39	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39	35

Волосяний гігрометр, це прилад (рисунок 1.4) який складається з штатива 1, пучка волосся 2, шкали 3, стрілки 4 та регулятора 5. Ціна поділки шкали приладу – 1 %. Для одержання дійсних значень відносної вологості необхідно в покази цього приладу ввести поправки, одержані при порівнянні показів психрометра та цього гігрометра [12].

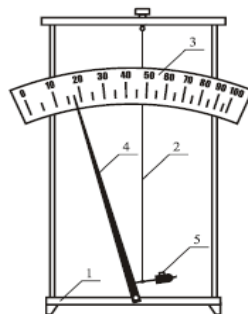


Рисунок 1.4 - Волосяний гігрометр М-19 (МВ-1).

Аналогічним приладом є гігрограф М-21. Прилад використовують для безперервної реєстрації змін відносної вологості повітря, чутливим елементом якого є також пучок знежиреного людського волосся (рисунок 1. 5).

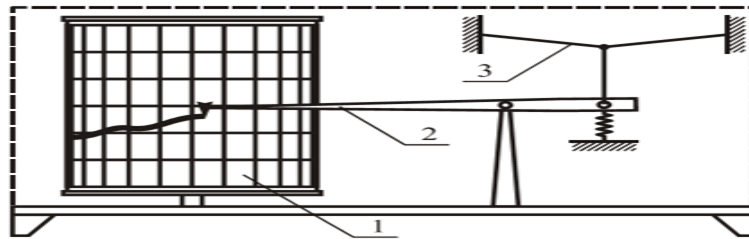


Рисунок 1.5 - Гігрограф М – 21

Реєструвальна частина гігрографа 1 діє так само як у термографа або барографа. Пучок волосся 3 закріплюють у двох точках. Довжина пучка близько 20 см. Середня частина пучка відтягнута за допомогою кулачково-важільної системи 2. Зміна довжини пучка передається на кінець стрілки з пером.

2 ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІКРОКЛІМАТУ У КАБІНІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Вивчення вимірювання оптимального мікроклімату у повітрі салону транспортного засобу вивчалось самостійно, використовуючі літературу наведену у переліку посилань [3, 4, 5, 6, 9, 11, 14, 15].

У дипломної роботі ретельно проаналізовані метрологічні питання до вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу з метою їх оптимізації згідно до санітарних норм мікроклімату [5]. Дипломник особисто та ініціативно приймав участь у розробці приладу на корисну модель ”Показчик індикатора вологості повітря”.

Запропоновано у дипломній роботі для зменшення теплових втрат встановити склопакети, тому що склопакет запотіває не зовні, а між стеклами, то причина тут можлива бути тільки одна — шлюб склопакетів. Це вина виробника, оскільки склопакет повинен бути герметичний. Вирішується ця проблема просто — заміною склопакета (тільки його, а не повністю всієї віконної конструкції у транспортному засобі — профіль залишається тим же).

Якщо ж вікна постійно запотівають у транспортному засобу, то виною тому може бути однокамерний склопакет оскільки вони недостатньо добре утримують тепло. Відбувається це з тієї причини, що в профілі передбачена тільки одна прошарок, а також з-за мінімальної відстані між стеклами. Економія тут не вітається, тим більше, що термін служби якісних пластикових вікон вимірюється десятиліттями.

Доцільно встановити детермальне скло, яке отримують введенням в скляну масу окислів різних металів-заліза, міді, кобальту, нікелю, урану і т. д. Крім того, його можна отримати нанесенням різних покриттів на вже вставлені скла. Ці покриття складаються з пігментованих неорганічних алкідних смол.

Робоче місце водія має бути з максимальною оглядовістю (об'єктивна можливість бачити дорожню обстановку з місця водія: п. 1.10 “Правил дорожнього руху України”, затверджених постановою КМУ від 10.10.2001 № 1306). Так, відомо що у транспортних засобах, наприклад у автобусах робочі місця відділені перегородкою від салонів пасажирів. Крім того, до робочого місця водія транспортного засобу встановлюють такі вимоги: огороження робочого місця водія у салоні легкового автомобіля-таксі та автобуса, якщо воно передбачене, має бути у справному стані; підлогу кабіни (салону) автомобіля потрібно застилати килимком, що не має випадкових отворів та інших пошкоджень; рівні звуку й еквівалентні рівні звуку в кабінах вантажних автомобілів не мають перевищувати 70 дБА, у салонах легкових автомобілів та автобусів — 60 дБА; системи вентиляції, опалення,

кондиціонування повітря мають забезпечувати регулювання повітряних потоків у кабіні транспортного засобу й усувати запітніння та обмерзання скла кабіни. Мікроклімат кабіни характеризується температурою повітря, його вологістю і швидкістю руху. Температура повітря у кабіні має бути в межах $+15 \dots +25$ °С. Найсприятливіша температура $+18 \dots +20$ °С. Температура внутрішніх поверхонь кабіни не має відрізнятися від температури повітря в кабіні більше ніж на 3 °С. Низька температура повітря зменшує швидкість і точність рухів. Робота за підвищеної температури швидше стомлює водія, знижує його увагу та збільшує час реакції. Велика вологість повітря за високої температури сприяє переохолодженню водія та застуді.

Занавіски та жалюзі у транспорті необхідні, так як вимоги до мікроклімату в автобусі регламентуються санітарно-гігієнічними нормами та міжнародними стандартами [2,4,5,6]. Так, система кондиціонування повітря повинна забезпечувати мікроклімат в межах $22-24^{\circ}\text{C}$ при повітрообміні $0,15 \text{ м}^3/\text{с}$ (перший рівень комфорту), рівень шуму в усіх частинах салону не повинен перевищувати 72 дБ, відстань між сидіннями в автобусі — 80-85 см.

Робоче місце водія повинно бути відгороджене від салону. Скло на бокових вікнах повинно бути подвійним, детермальним, з покриттям, що зменшує теплообмін салону з зовнішнім середовищем, і мати додатну кривизну. Крім занавісок, мають бути передбачені спеціальні жалюзі. В автобусах класу «люкс» повинно бути передбачене індивідуальне освітлення. Для дальніх маршрутів передбачаються відеомагнітофон з кількома моніторами, а також радіотелефон або рація. На жаль у багатьох видах транспортних засобів відсутні жалюзі та занавіски на вікнах, що зменшують у середині оптимальний мікроклімат.

На кафедрі метрології та безпеки життєдіяльності у 304 лабораторії зі студентами проводяться практичні заняття та розрахунки виробничого мікроклімату у закритому об'ємі приміщення.

З ВДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОЇ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ У КАБІНІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Існуюча методика вимірювання вологості повітря (додаток А) взята як аналог, який удосконалений з метою зручності та покращення вимірювання.

З метою обґрунтування та удосконалення методики досліджень розроблений патент на корисну модель “ Показчик індикатора вологості повітря ”. Заявка на цю інновацію подана 08.05.2023 до ДЕРЖАВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ «УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ» (УКРНОІВІ), а 11.05.2023 получено повідомлення до ХНАДУ № 4983/ЗУ/23 про встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель) та реєстраційний номер заявки u 2023 02149.

Винахід на корисну модель відноситься до вимірювальної техніки і може бути використаний для оцінки санітарно-гігієнічних умов робочої зони стосовно повітря як у обмеженому просторі (кабіна трактора/автомобіля) так і зовні обмеженого простору, а також у виробничих приміщеннях та лабораторіях.

Відомі прилади [12, 13, 14] для вимірювання відносної вологості повітря, а саме волосний, конденсаційний, ваговий, електрометричний, аспіраційний психрометр Ассмана [22] та ін. Недоліками зазначених способів і приладів для вимірювання вологості повітря являються інерційність, низька точність вимірювання, ненадійність та складність конструкції будь якого з них.

Для роботи зазначених приладів необхідна спеціальна апаратура, блоки живлення, фотометричні пристрої, вимірювальні блоки та блоки обчислювання даних.

Психрометр “Ассмана” [23] у своєму складі має два термометра (сухий та вологий), повітряний канал через який подається повітря за допомогою вентилятора, а визначення відносної вологості повітря що досліджується потребує додаткових розрахунків з використанням спеціальних таблиць або номограм. Крім того психрометр “Ассмана” має обмежений діапазон визначення відносної вологості повітря за температурою від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ так як вода для вологого термометра при мінусових температурах замерзає і прилад може вийти з ладу.

Найбільш близьким до пропонуємого технічного рішення є простий за конструкцією прилад, який дозволить без додаткових розрахунків візуально визначити вологість повітря на якісному рівні яка забезпечить оцінку санітарно-гігієнічних умов робочої зони. Індикатор вологості повітря має повітряний канал, який виконано вертикальним і в якому розміщують вологочутливий елемент у вигляді, наприклад, канатика, джгутика та інш., при цьому один край вологочутливого елементу закріплено у верхній частині повітряного каналу, а другий - нижній край вологочутливого елементу вільно розташований по висоті повітряного каналу. Нижня частина повітряного каналу виконана прозорою і на ній розміщена шкала вологості повітря, яка має, при наймні три позначки, а саме - W_H (нормальна вологість), $W_{\min}$ (мінімальна вологість), $W_{\max}$ (максимальна вологість). На нижньому краю вологочутливого елементу, на проти шкали вологості, встановлено покажчик, а шкала вологості має можливість бути протарированою і, таким чином, адаптованою до реальної вологості повітря, яку визначають на якісному рівні за положенням покажчика відносно шкали вологості.

Недоліком прототипу являється відсутність можливості покажчика (стрілка - поз. 7 рисунок 3.8) завжди знаходитися в одній площині з шкалою вологості в наслідок дії вологи повітря на вологочутливий елемент, тобто покажчик має можливість повертатися разом з вологочутливим елементом відносно його осі, відвертаючись від шкали вологості, що становить

незручності для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора.

Метою корисної моделі є створення простого за конструкцією показчика індикатора, який завжди буде знаходитися в одній площині з шкалою вологості незалежно від дії вологи повітря на вологочутливий елемент і унеможливорює появу незручностей для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора.

Поставлена задача корисної моделі досягається тим, що показчик індикатора вологості повітря входить до складу індикатора вологості повітря, який включає вертикальний повітряний канал нижня частина, якого виконана прозорою і на ній розміщена шкала вологості повітря. У вертикальному повітряному каналі розміщують вологочутливий елемент у вигляді, наприклад, канатика, джгутика та інш., один край якого закріплено у верхній частині повітряного каналу, а другий - нижній край вологочутливого елемента вільно розташований по висоті повітряного каналу, при цьому на нижньому краю вологочутливого елемента, на проти шкали вологості, яка має, принаймні три позначки, а саме - W_H (нормальна вологість), W_{MIN} (мінімальна вологість), W_{MAX} (максимальна вологість) встановлено показчик вологості повітря, який виконано у вигляді горизонтально розташованого диска, вісь обертання якого співпадає з осьюовою лінією вологочутливого елемента.

Сутність корисної моделі пояснюється графічним матеріалом де на рисунку 3.8 наведена схема індикатора вологості повітря з новою конструкцією показчика індикатора.

показчик для визначення вологості повітря у кабіні транспортного засобу створений з особистої ініціативи дипломника, та який знаходиться у наступний час для затвердженні як корисна модель у Українському національному офісу інтелектуальної власності та інновацій (УКРНОІВІ). Загальний вид цієї інновації наведений на рисунку 3.8.

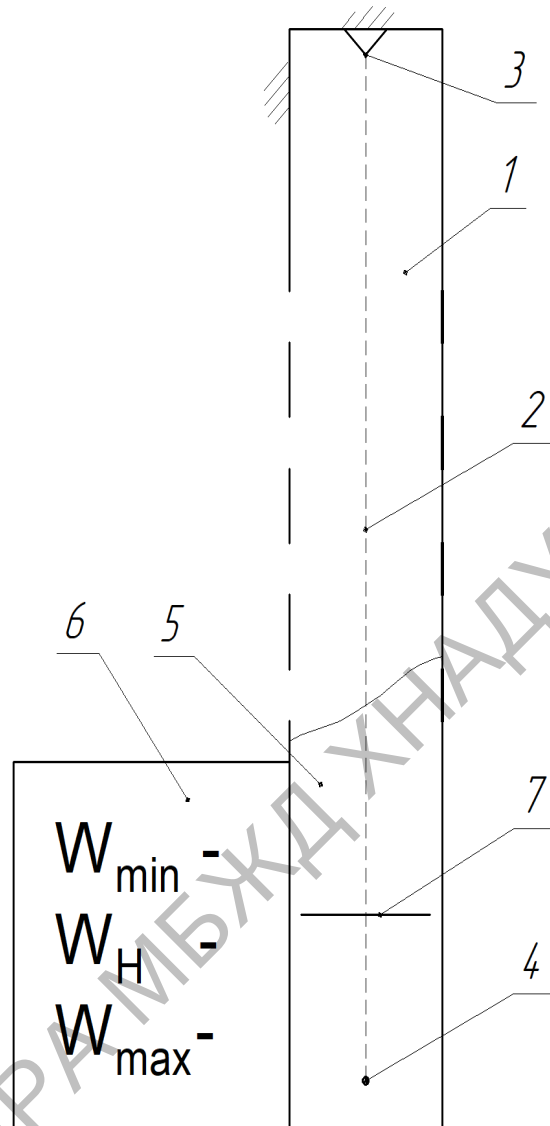


Рисунок 3.8 - Показчик індикатора вологості повітря

1 – вертикальний повітряний канал; 2 – волого чутливий елемент; 3 – верхній край волого чутливого каналу; 4 – нижній край волого чутливого вільно розташованого по висоті повітряного каналу 1; 5 – нижня частина повітряного каналу 1; 6 – шкала вологості повітря; 7 – показчик вологості повітря

Цей показчик індикатора вологості повітря можливо підключити через відеокамеру та оптоволоконної кабель до ПЕОМ з метою зняття метрологічних параметрів вологості повітря у кабіні транспортного засобу за показниками:

$W_{\min}$ – мінімальна вологість;

W_n - нормальна вологість;

$W_{\max}$ – максимальна вологість.

З метою розрахунків нижче наведених метрологічних показників вологості повітря які утворюються у кабіні транспортного засобу пропонуються для їх розрахунків наступні формули:

$$\Delta l = L - \phi_{y\partial.} \cdot W,$$

де: Δl - зміна волого чутливого елемента в залежності від:

L – довжина волого чутливого елемента.

Зміна волого чутливого елемента виходить з наступного розрахунку:

$$W = \frac{L - \Delta l}{C_{y\partial.}},$$

де: W – вологість повітря;

$C_{y\partial.}$ - питома вологість чутливого елемента;

$$W_{\max} = W_H + \Delta l_{W_{\max}},$$

де: $\Delta l_{W_{\max}}$ - зміна довжини волого чутливого елемента при максимальній вологості;

$$W_{\min} = W_H - \Delta l_{W_{\min}},$$

де: $\Delta l_{W_{\min}}$ - зміна довжини волого чутливого елемента при мінімальній вологості.

Показчик індикатора вологості повітря працює наступним чином. Перед початком експлуатації індикатора вологості повітря проводять його налагодження, а саме виконують тарировку шкали вологості, наприклад

психометром "Асмана". Для цього індикатор розміщують в обмеженому середовищі з вологістю, що відповідає нормальній вологості повітря, наприклад 75 % і проти покажчика 7 роблять позначку W_H на шкалі 6, що відповідає нормальній вологості. А далі за нормами в обмеженому середовищі штучно змінюють вологість повітря до максимально та мінімально допустимої вологості і проти покажчика 7 роблять позначки W_{max} на шкалі 6, що відповідає максимально допустимої вологості повітря та W_{min} , що відповідає мінімально допустимої вологості.

Після градування індикатор готов до роботи. Зміна довжини вологочутливого елемента 2 від вологи оточуючого повітря призводить до переміщення покажчика 7 відносно позначок на шкалі 6. Таким чином, після адаптації вологочутливого елемента 2 до реальної вологості повітря визначають на якісному рівні вологість повітря робочої зони.

Запропонована конструкція покажчика 7 рисунок 3.8, який виконано у вигляді горизонтально розташованого диска, вісь обертання якого співпадає з осьюовою лінією вологочутливого елемента 2 дозволяє завжди знаходитися в одній площині покажчика 7 (рисунок 3.8) з шкалою вологості 6 і не змінює свого положення відносно шкали вологості в наслідок дії вологи повітря на вологочутливий елемент 2, тобто покажчик 7 має можливість повертатися разом з вологочутливим елементом 2 відносно його осі, залишаючись в одній площині з шкалою вологості 6, що усуває незручності для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора.

Покажчик 7 індикатора вологості повітря є промислово придатним. Нові зазначені конструктивні ознаки дозволяють вирішити поставлену задачу корисної моделі, а саме - створення простого за конструкцією покажчика індикатора, який завжди буде знаходитися в одній площині з шкалою вологості незалежно від дії вологи повітря на вологочутливий елемент і унеможливорює появу незручностей для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора і дозволить без додаткових розрахунків

візуально визначити вологість повітря на якісному рівні, яка забезпечить оцінку санітарно-гігієнічних умов робочої зони кабіни транспортного засобу.

Апробація вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу виконана теоретично. Удосконалена вснууючої методик вимірювання вологості у повітрі (додаток А) проведено та обґрунтовано у поліпшеному новому напрямку, ідеологія якого проста та зручна за конструкцію, яку представлено відділу інтелектуальної власності ХНАДУ у вигляді пропозиції на винахід - корисну модель “ Показчик індикатора вологості повітря ”.

Валідація – це оцінка придатності методики, її підтвердження шляхом теоретичного дослідження та надання об'єктивних доказів того, що конкретні вимоги щодо цільового використання виконуються.

У дипломному проекті доказано та підтверджено, що зміни запропоновані у методики вимірювання мікроклімату (додаток А), наприклад у салоні транспортного засобу придатні для вирішення передбачуваних завдань у яких з'явилися випробування та їх рішення. Результатом проведення випробувань є відповідь на питання, чи відповідає ця методика вимогам вимірювань мікроклімату у кабіні та салоні транспортного засобу.

При статистичному оцінюванні методики досліджень (СТОМД), найбільше вплив на мікроклімат у кабіні та салоні транспортного засобу може надати система кондиціонування повітря. Однак, у більшості випадків обмежуються використанням системи вентиляції, яку часто об'єднують з опалювальним пристроєм і механізмами, що запобігають запотіванню та забрудненню вікон.

Питання вентиляції автомобілів в даний час розроблені ще недостатньо. Наприклад, до теперішньої години відсутні офіційні норми, що визначають параметри мікроклімату в транспортному засобу (вантажний, автобус, легковий та ін.) що змушує використовувати для порівняльної оцінки відповідні показники, прийняті для житлових приміщень та залізничних вагонів. У той же час за кордоном проведено серйозні дослідження систем вентиляції автомобілів. Ці дослідження дозволили

накопичити значну кількість відомостей про температуру і вологість повітря, що забезпечують достатній комфорт [8-9].

Діаграма температури та вологості повітря в салоні автобуса наведена на рисунку 3.9, де штрихуванням виділено зону комфорту.

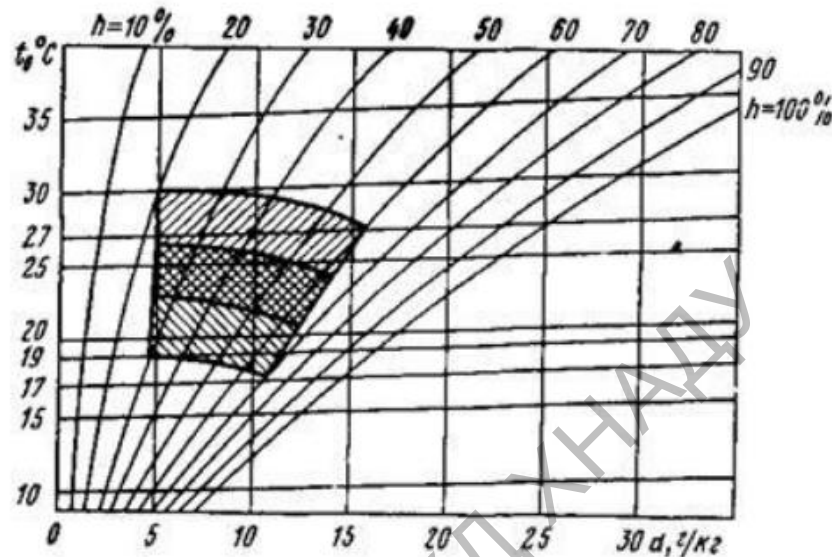


Рисунок 3.9 - Діаграма температури та вологості повітря в салоні автобуса, де: h - відносна вологість (γ %); a - вміст води (в г) на 1 кг сухого повітря

Із діаграми температури та вологості повітря в салоні автобуса видно, що найбільш сприятливі умови для пасажирів у легкій одежі будуть у зоні температур і вологості, заштрихованої хрестоподібної, а допустимі – у зоні, позначеній звичайною штрихуванням.

Для розрахунку вологості повітря салону транспортного засобу приведемо декілько прикладів. Розраховувати вологість повітря в салоні транспортного засобу при температурі $+32$ °C, та відносної вологості = 70%.

Для розрахунку вологості повітря в салоні транспортного засобу при заданих умовах (температура $+32$ °C і відносна вологість 70%), можна скористатися формулою для визначення точки роси і обернутою формулою для розрахунку вологості з точки роси.

Обчислимо точку роси для заданої температури і значної вологості за допомогою формул:

Точка роси ($^{\circ}\text{C}$) = $(237,7 * (\ln(\text{відносна вологість}/100) + (17,27 * \text{температура} / (237,7 + \text{температура}))))$

Точка роси = $(237,7 * (\ln(70/100) + (17,27 * 32 / (237,7 + 32)))) = (237,7 * (\ln(0,7) + (17,27 * 32 / (237,7 + 32))))$

Обчислимо це значення:

Точка роси $\approx (237,7 * (-0,3567 + 5,51104 / 269,7)) \approx (237,7 * (-0,3567 + 0,02043)) \approx (237,7 * (-0,33627)) \approx -80,01^{\circ}\text{C}$

Розраховуємо вологість повітря за допомогою оберненої формули:

Вологість (відносна вологість) = $100 * \exp((17,27 * \text{точка роси}) / (237,7 + \text{точка роси}))$

Вологість $\approx 100 * \exp((17,27 * -80,01) / (237,7 - 80,01)) \approx 100 * \exp(-1377,7027 / 157,69) \approx 100 * \exp(-8,7379) \approx 0,000194$

Отже, вологість повітря в салоні транспортного повітря при температурі $+32^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 70% буде приблизно 0,0194%.

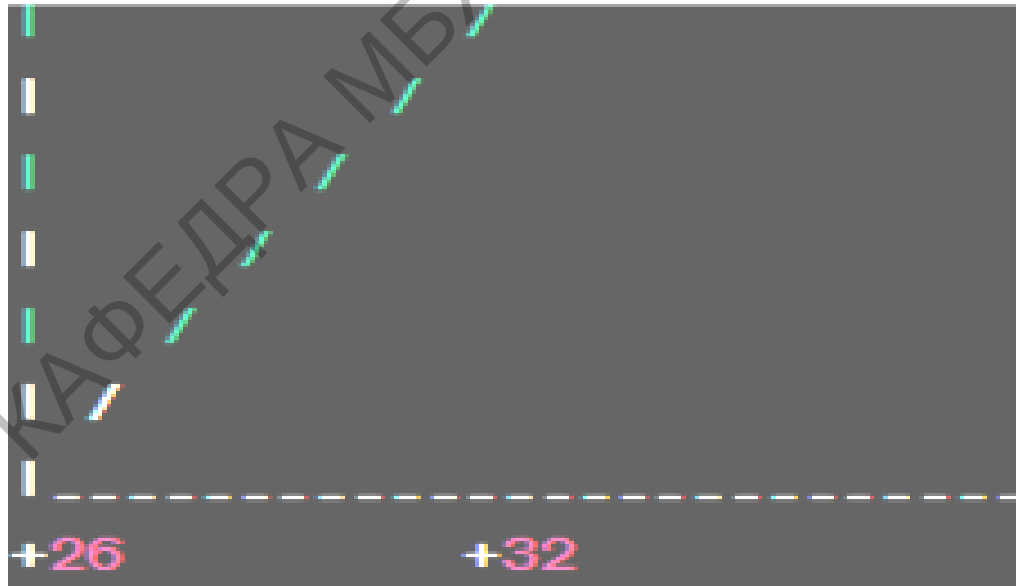


Рисунок 3.10 - Графік вологості повітря в салоні транспортного засобу при температурі $+32^{\circ}\text{C}$, та відносній вологості = 70%.

На графіку вологість повітря представлена від верхнього краю (100%) до нижнього краю (0%). Пунктирна лінія позначає точку роси при $+26^{\circ}\text{C}$. За замовчуванням вологість повітря в кабіні транспортного засобу буде

знаходиться на деякому значенні між точкою роси і максимальною насиченістю при даних умовах.

Розрахувати вологість повітря в салоні транспортного засобу при температурі - 25 °C, та абсолютної вологості=40%

Для розрахунку вологості повітря в салоні транспортного засобу при заданих умовах (температура -25 °C і відносна вологість 40%) можна скористатися формулою для визначення точки роси і оберненою формулою для розрахунку вологості з точки роси.

Обчислимо точку роси для заданої температури і значної вологості за допомогою формул:

Точка роси (°C) = $(237,7 * (\ln(\text{відносна вологість}/100) + (17,27 * \text{температура} / (237,7 + \text{температура})))$. Точка роси = $(237,7 * (\ln(40/100) + (17,27 * -25 / (237,7 - 25)))) = (237,7 * (\ln(0,4) + (17,27 * -25 / (237,7 - 25))))$.

Обчислимо це значення:

Точка роси $\approx (237,7 * (-0,9163 + -4,3175 / 212,7)) \approx (237,7 * (-0,9163 + -0,0203)) \approx (237,7 * (-0,9366)) \approx -222,31$ °C. Розраховуємо вологість повітря за допомогою оберненої формули:

Вологість (відносна вологість) = $100 * \exp((17,27 * \text{точка роси}) / (237,7 + \text{точка роси}))$. Вологості $\approx 100 * \exp((17,27 * -222,31) / (237,7 - 222,31)) \approx 100 * \exp(-3840,8277 / 15,39) \approx 100 * \exp(-249,8205) \approx 0$



Рисунок 3.11 - Графік вологості повітря в салоні транспортного засобу при температура -25 °C і відносна вологість 40%

Отже, вологість повітря в салоні транспортного засобу при температурі $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 40% буде дуже низькою або практично відсутньою. За таких умов повітря є дуже сухим.

В основу проектування вентиляційних систем та організації внутрішніх повітряних потоків в автобусах повинні бути покладені відомості про фізіологічну зв'язку пасажирів з навколишнім повітряним середовищем. Життєдіяльність людського організму супроводжується виділенням значної кількості тепла.

Перше завдання вентиляції - підтримка усередині автобуса сприятливого для людини теплового режиму. Підвищення температури в пасажирському приміщенні або в кабіні автобуса може бути результатом дії сонячної енергії або проникнення теплових потоків від працюючого двигуна. Усі види надходження тепла до салону автобуса особливо посилюються у літній період години.

При розрахунках виділення вологи одного людини взимку приймають рівним 43 г/год, а влітку 80 г/год, хоча в окремих районах України воно може досягати 128 г/год і навіть 280 г/рік. Найменше вологовміст зовнішнього повітря зимою $a_n \approx 0,5$ г/кг, а найбільша $a_n \approx (3,8 - 5,0)$. Для областей помірного поясу $a_n \approx (1,7 - 2,4)$ г/кг. Влітку вологовміст зовнішнього повітря підвищується до $a_n \approx (5,7 - 9,0)$ г/кг, а в районах із вологим кліматом до $A_n \approx 16$ г/кг. Вологовміст повітря, що виходить із салону автобуса взимку, $A_{вн} \approx (5,3 - 7,9)$ г/кг, а влітку $A_{вн} \approx (8,0 - 15,0)$ г/кг. Розрахунки показують, що для асиміляції виділень вологи одного пасажирів необхідно від 14 м^3 /рік до 24 м^3 /рік свіжого повітря.

Оптимально організована система вентиляції повинна створювати рівномірний рух повітря спереду назад у верхній частині салону (де розташовані обличчя пасажирів) та повернення повітряного потоку до витяжних прорізів під сидіннями та у проході з вентиляванням зони розташування ног пасажирів. Така організація повітряних потоків може бути

отримана лише за наявності примусової чи комбінованої системи вентиляції. Рух повітря у верхній частині салону ззаду вперед неприпустимий, оскільки надає на пасажирів дуже неприємну дію. Обов'язковою умовою є надійне функціонування системи вентиляції автобуса навіть в умовах повільної їзди містом.

Статистичний метод дозволяє визначити зв'язок вхідних та вихідних параметрів, аналізувати технологічний процес, побудувати математичну модель процесу чи іншими словами, встановити взаємну залежність між різними факторами і технологічними результатами процесу [25].

Статистичне дослідження промислового процесу включає: визначення законів розподілу параметрів процесу з'ясування можливості застосування тих чи інших статистичних методів обробки результатів; визначення тісноти та форми зв'язку між окремими параметрами процесу; отримати статистичну модель процесу у вигляді регресійного рівня та оцінка його адекватності; визначення динамічних характеристик процесу.

У кваліфікованої роботі надані прилади і методики вимірювання метеорологічних величин (температури повітря, вологості повітря, атмосферного тиску, характеристик вітру, тощо) та спостережень за атмосферними явищами. Описано підходи до оцінки біоклімату територій за допомогою біокліматичних показників. Проаналізовано переваги та недоліки найбільш поширених в Україні біокліматичних показників. Наведено результати порівняльного аналізу цих показників з фізіологічним еквівалентом температури (ФЕТ) та проаналізовано можливість їх використання для біокліматичної оцінки міського середовища. Цей аналіз свідчить про значні переваги фізіологічно еквівалентної температури. Тому що, по-перше, в його розрахунках враховується повне рівняння енергетичного балансу людини і всі параметри, що впливають на комфорт людини. По-друге, врахування метеорологічних факторів включає врахування сонячної радіації, яка надходить до тіла людини, і середньої радіаційної температури. по-третє, має більшу мінливість значень і, отже,

вищу інформаційну важливість порівняно з іншими розглянутими біокліматичними показниками. Незважаючи на простоту розрахунків ефективної температури та біологічно активної температури, краще не застосовувати їх для оцінки біоклімату, оскільки результати розрахунків показують суттєві відхилення зроблених за ними оцінок біоклімату (крім радіаційно-еквівалентних). -ефективна температура) з оцінок, зроблених за допомогою існуючих приладів.

Запропонований у кваліфікаційної роботи показник індикатора вологості повітря є промислово придатним. Він дозволяє можливості найпростішим чином вимірювати вологість повітря у салоні транспортного засобу. Індикатор знаходиться в одній площині зі шкалою вологості незалежно від дії вологи повітря на вологочутливий елемент і унеможливорює появу незручностей для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора і дозволяє без додаткових розрахунків візуально визначити вологість повітря на якісному рівні, яка забезпечить оцінку санітарно-гігієнічних умов робочої зони у салоні транспорту [20-21].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці для вимірювання вологості повітря та патогенних мікроорганізмів у салоні транспортного засобу водночас вирішує наступні завдання: інженерно-технічне, яке одночасно вирішує:

- перше – інженерно-технічне, яке передбачає запобіганням небезпечних подій під час трудового процесу шляхом - заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними; переходу на новітні технології, які зменшують ризик травматизму та хвороби; проектування та конструювання обладнання з метою урахування вимог безпеки праці; розробка засобів індивідуального та колективного захисту;

- друге – соціальне, яке пов'язане з відшкодуванням матеріальної, моральної та соціальної шкоди завданої внаслідок перевищення вологості та

патогенних мікроорганізмів у салоні транспортного засобу, т. б., нещасного випадку або професійного захворювання.

Мікроклімат середовища дуже суттєво впливає на стан організму пасажирів у салоні транспортного засобу, їх самопочуття протягом всього перевезення. Показники температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, кількості у повітрі шкідливих мікроорганізмів характеризують клімат внутрішнього середовища - салону транспортного засобу.

За оптимальних мікрокліматичних умов в організмі людини завдяки терморегуляції підтримується постійна температура тіла плюс 36,6 °С. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається випаровуванням. Разом із виходом поту людина втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі. Таким чином, внаслідок зневоднення порушується тепловий обмін людей.

Вологість повітря суттєво впливає на самопочуття та працездатність людини. Через високу вологість у людині зменшується віддача тепла за допомогою випаровування. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі. Однак і занадто низька вологість викликає висихання слизових дихальних шляхів. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату у виробництві впроваджується механізація важких робіт, обов'язкова наявність припливно-витяжної вентиляції з механічним спонуканням, а також додаткове кондиціювання повітря. Фізіологічно оптимальна відносна вологість становить від 40 % до 60 %, допустиме значення не більше 75 %.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це параметри, які необхідні підтримувати при тривалому та систематичному впливі на людину нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Оптимальні мікрокліматичні умови забезпечують відчуття теплового комфорту і створюють передумови високого рівня працездатності людини. Допустимими мікрокліматичними умовами є – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину викликають зміни теплового стану організму, які швидко обходять

напругу механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому немає пошкоджень або стану здоров'я, але можуть вплинути на дискомфортні тепловідчуття, недостатність самопочуття та зниження працездатності людини.

Виключно важливу роль відіграє температурно-вологостний мікроклімат в салоні кузова і стан повітряного середовища пасажирського приміщення, так як вони дуже впливають на людський організм. У салоні кузова сучасного автобуса і автомобілів передбачені ефективні засоби боротьби з засміченням повітряного середовища: ізоляція двигуна і агрегатів шасі від пасажирського приміщення; пристосованість статі і всього салону для видалення пилу та мийки; вентиляція кузова, що забезпечує всередині нього невелике підвищення тиску повітря в порівнянні з атмосферним та ін.

Особливу роль в захисті людини від шкідливих впливів навколишнього середовища під час експлуатації автомобіля грає тип застосовуваних стекол, які є головним шляхом відведення або надходження тепла, і виконання зовнішньої поверхні автомобіля (забарвлення кузова, дах з екрануючим покриттям). У зарубіжній практиці широко застосовується детермальное скло, яке, на відміну від звичайного, затримує теплове випромінювання (близько 60% всього теплового випромінювання становить сонячне випромінювання). Детермальное скло отримують введенням в скляну масу окислів різних металів-заліза, міді, кобальту, нікелю, урану і т. д. Крім того, його можна отримати нанесенням різних покриттів на вже вставлені скла. Ці покриття складаються з пігментованих неорганічних алкідних смол. За кордоном їх поставляють в вісімнадцяти варіантах по кольорних відтінків і забезпечують найтонше дотримання спеціальних вимог (наприклад, зниження теплового випромінювання, захист від засліплення сонцем, від вигорання оббивки сидінь і ін.). Теплове відчуття людини може залишатися постійним при різних поєднаннях температури і вологості повітря. При цьому, чим вище температура повітря, тим нижче повинна бути його відносна вологість для створення тотожного теплового відчуття.

Оптимальні температури повітря і інтенсивність його обміну в салоні автомобіля досягають застосуванням спеціального технологічного обладнання (опалення, вентиляція, кондиціонування повітря).

Вентиляція кузовів легкових автомобілів здійснюється при відкритих поворотних стеклах і опущених стеклах дверей. Припливна вентиляція в кузові автомобіля ГАЗ-24 «Волга» здійснюється через люк, розташований з лівого боку верхньої панелі передка. Люк відкривається ручкою. При дуже високій температурі навколишнього повітря для посилення вентиляції можна при закритому крані опалення відкривати люк воздухопритока і включати вентилятор. Витяжна вентиляція кузова здійснюється на ходу автомобіля через отвори в боковинах кузова і перфоровану оббивку стелі.

На сучасних автобусах застосовується подача повітря в салон падаючим потоком. При падаючому потоці охолоджене повітря подається в салон з каналу (або каналів) в даху; повітря з салону відсмоктується до випарника, розташованому на задній частині кузова, або безпосередньо назовні, або по двох каналах над бічними вікнами. Кількість подається в салон автобуса повітря при природній вентиляції залежить від швидкості руху автобуса. У міських автобусах, у яких швидкість руху невелика і які часто зупиняються, найбільш ефективною є система вентиляції суміщеного типу (природна і примусова).

Система кондиціонування повітря забезпечує: охолодження повітря; видалення з повітря вологи; підтримання температури та вологості повітря в найбільш сприятливих межах; фільтрацію повітря; що циркулює в салоні, окремій частці свіжого повітря; іонізація та ароматизація повітря.

Основним елементами систем кондиціонування повітря у автомобілів є: охолоджувачі повітря, температура поверхні якого нижче точки роси оброблюваного повітря. З всіх можливих систем кондиціонування для автомобілів і автобусів застосовують тільки фреонові компресійні установки.

Температура внутрішніх поверхонь кабіни не повинна відрізнятися від температури повітря в кабіні більш ніж на 3 °С.

Системам вентиляції, опалення та кондиціонування повітря необхідно забезпечувати регулювання повітряних потоків в салоні транспортного засобу з метою забезпечення оптимальних параметрів вологості та шкідливих речовин у кабіні.

Створення оптимального мікроклімату у салоні транспортного засобу, це температура повітря, його вологістю і швидкістю руху. Які повинні. Температура повітря в кабіні повинна бути в межах від 15 °С до 25 °С, а найбільш сприятлива температура від 18 °С до 20 °С. Зниження температури повітря зменшує швидкість і точність рухів, а робота при підвищеній температурі швидше стомлює водія та знижує його увагу.

Безпека транспортних засобів складається зі створення оптимальних умов мікроклімату:

- вологості у повітрі, шуму, вібрації, пилу та шкідливих у повітрі мікроорганізмів, якості повітря, освітлення, випромінювання у сфері транспорту;
- електро, пожежо, травмобезпеки на транспорті.

Основним законодавчим документом з питань безпеки праці для жителів України являється Закон України «Про охорону праці». У цьому Законі є основні конституційні права громадян на охорону життя та здоров'я, він регулює діяльність та відносини між власником підприємства, установи чи організації або уповноваженим ним органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища й встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Забезпечення безпеки та життєдіяльності в Україні орієнтовано на державну політику. Сучасна система безпеки транспортних засобів має де які напрями: безпека території, виробничих і допоміжних приміщень та споруд; паливозаправних пунктів, постів випуску і зливу газу; освітлення і електробезпеки; санітарно-побутових приміщень; обладнання транспортних засобів, двигунів які працюють на газовому паливі; обладнання спеціалізованих транспортних засобів (автоцистерни т. ін.); устаткування

(підйомники, домкрати), пристроїв, інструменту; конвеєрів; спеціалізованого устаткування, пристроїв (мийні установки, переносні драбини); зберігання транспортних засобів; технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів; робіт на верстатах; експлуатації транспортних засобів; навантаження, розвантаження та перевезення вантажів.

Наявність шкідливих мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу, підвищена вологість та інші негативні фактори несприятливо впливають на стан здоров'я при перевозки пасажирів.

Метеорологічні (мікрокліматичні) умови праці машин та механізмів регламентують державні санітарні норми ДСН 3.3.6.042 [5]. Згідно з вимогами ДСН 3.3.6.042 [5] салони кабін повинні обладнати засобами оптимального мікроклімату та системою, що забезпечує при температурі від мінус 15 °С усунення обмерзання стекол в салонах транспортних засобів, що очищаються склоочисниками.

При встановленню кондиціонерів у теплий період року температура повітря у салоні кабіни транспортного засобу не повинна перевищувати плюс 28 °С, а при відносній вологості не нижче 60 %. При встановленні вентиляторів температура повітря не повинна перевищувати температуру зовнішнього середовища більш ніж на 5 °С.

В холодний період року температура повітря у кабінах машин не повинна бути нижче плюс 15 °С. Перепад температури повітря у салоні транспортного засобу між точками вимірювання на рівні голови й ніг не повинен перевищувати більш плюс 4 °С.

Напрямок і швидкість руху повітря у салоні кабіни транспортного засобу повинні бути регульовані. Швидкість руху повітря в зоні дихання водія не повинна перевищувати до 1,5 м/с. Надмірний тиск в салоні транспортного засобу повинен бути не менший за 50 Па, але не більший за 200 Па. Система нормалізації мікроклімату повинна забезпечувати подачу в салон кабіни не менш ніж 43 м³ за годину очищеного зовнішнього повітря.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз приладів вимірювання мікроклімату у салоні транспортного засобу є суттєвим створенням оптимального температурного та вологісного становища. Адже, по - перше, при його розрахунках враховується повне рівняння теплового балансу людини і всі групи параметрів, що впливають на тепловідчуття людини, по - друге, врахування метеорологічних чинників, рахування сонячної радіації, що надходить до тіла людини, а також середньої радіаційної температури.

Обґрунтовано вдосконалення методики вимірювання вологості у салоні транспортного засобу, що є новим та необхідним для створення безпечних перевозок пасажирів у автомобілях, автобусах та ін. видів транспорту.

Створення оптимального мікроклімату в салоні транспортного засобу має важливе значення для комфорту та безпеки пасажирів. Оптимальний мікроклімат враховує фактори, такі як температура, вологість, циркуляція повітря та якість повітря. Основні висновки щодо створення оптимального мікроклімату в салоні транспортного засобу включають наступне: налаштування оптимальної температури є ключовим аспектом комфорту пасажирів. Рекомендується забезпечити температуру, яка задовольняє кожного пасажирів. Система кондиціонування повинна бути ефективною та можливою для регулювання.

Система кондиціонування повинна бути ефективною та можливою для регулювання оптимального мікроклімату в салоні транспортного засобу.

Ефективність охолодження та обігріву: Система кондиціонування повинна забезпечувати швидке та ефективне охолодження повітря та надійний обігрів взимку. Вона повинна бути здатною швидко досягти бажаної температури і підтримувати її на тривалий час.

Швидкість повітря в салоні транспортного засобу повинна бути комфортною для пасажирів. Оптимальна швидкість повітря залежить від

кількох факторів, включаючи температуру, вологість та налаштування системи кондиціонування. Температура: взимку, коли зовнішня температура низька, конкуруйте, щоб швидкість повітря була нижчою, щоб уникнути створення потягу або переохолодження пасажирів. Влітку, коли зовнішня температура висока, можна налаштувати вищу швидкість повітря для забезпечення кращого охолодження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1 Solovyov M.A., Poluyanovich N.K. (2012). Issledovaniye raspredeleniya i dinamiki vnutrennih protsessov funktsionirovaniya sistemy konditsionirovaniya vozduha. Molodoy uchonyu, 11, 88-92.

2 DIN 1946-3-2006 Національний стандарт Німеччини. Вентиляційні системи. Частина 3. Установки та системи вентиляції та кондиціонування повітря в пасажирських автомобілях.

3 DIN 33403-3-1988 Клімат на робочому місці та його середовищах. Частина 3. Оцінка клімату в теплих і жарких робочих зонах на основі вибраних кліматичних індексів.

4 ДСТУ Б EN ISO 7730:2011 Ергономіка теплого середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту (EN ISO 7730:2005, IDT).

5 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

6 Hrizuk, I.V., Hushchin, A.M., Krasnokutskaya, Z.I., Momot, M.S, Ushakov, A.L. 2014. Analiz trebovaniy k mikroklimatu rabocheho mesta voditelya kolyosnoho transportnoho sredstva. Visnyk Donetskoï akademiyi avtomobilnoho transport, 4, 66-71.

- 7 Загальна гігієна. Посібник для практичних занять. /І.І.Даценко, О.Б.Денисюк, С.Л.Долошицький /За ред. І.І.Даценко. –Львів: Світ, 1992. – С. 13-17.
- 8 Правил дорожнього руху України, затверджених постановою КМУ від 10.10.2001 № 1306).
- 9 Закон України “Про охорону праці” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 1992, N 49, ст.668). ВВР, 1992, N 49. м. Київ, 14 жовтня 1992 року N 2694-XII. С. 21.
- 10 Закон України “Про пожежну безпеку” N 5081-VI-5081-17 05.07.2012, ВВР, 2013, N 30, ст.340. С. 32.
- 11 СП 4616-88 Санітарні правила щодо гігієни праці водіїв автомобілів. 05.05.1988.
- 12 Міністерство Надзвичайних ситуацій України. Наказ від 1 серпня 2012 р. за № 964 “Про затвердження “Правил охорони праці на автомобільному транспорті”. С – 65.
- 13 Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / За ред. В. С. Білецького. Донецьк: Східний видавничий дім, 2004–2013.
- 14 ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
- 15 Аспіраційний психрометр Ассмана.
<https://studfile.net/preview/2146136/page:7/>
- 16 Габович Р.Д., Познанський С.С., Шахбазян Г.Х. Гігієна. - К.: Вища школа, 1983. - С. 36-40, 121-123, 203-207, 270-, 284-285.
- 17 І.В.Сергета. Практичні навички з загальної гігієни. – Вінниця, 1997. – С. 5–6.
- 18 Cabin Air Quality [Електронний ресурс] // IATA. – 2021. –
<https://www.iata.org/en/youandiata/travelers/health/cabin-air/>
- 19 Andrew T. Pavia. Germs on a Plane: Aircraft, International Travel, and the Global Spread of Disease [Електронний ресурс] / Andrew T. Pavia // The Journal of Infectious Diseases. – 2007. – URL:
<https://academic.oup.com/jid/article/195/5/621/841980>.

20 Фізіологія дихальної системи. Зовнішнє дихання. [Електронний ресурс] – URL:

http://www.medcollege.te.ua/sayt1/Lecturs/Lekcia%20n_fiziologia/Lekcia%20n_fiziologia_UKR/Fiziologia%20dih.htm.

21 Полішук Є.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О., Ванько М. В., Бойко Т. Г. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник / за ред. Є.С. Поліщука. Львів: Видавництво «Бескид Біт», 2003. 544 с.

22 Городецький О.А. та ін. Метеорологічні прилади та технічні засоби спостережень. - Л., 1991.

23 Стернзат М.С. Метеорологічні прилади та вимірювання. Л., 1978.

24 Камілов Білолдин, Кравцов М. М. “ПОКАЖЧИК ІНДИКАТОРА ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ”. Заявка на корисну модель подана 08.05.2023 до ДЕРЖАВНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ «УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ» (УКРНОІВІ), та 11.05.2023 отримано повідомлення до ХНАДУ № 4983/ЗУ/23 про встановлення дати подання заявки на винахід (корисну модель) та реєстраційний номер заявки и 2023 02149.

25 Іванченко П. О., Кравцов М. М., Сехмістер О. С., Нікітін С. П. Патент України на корисну модель № 151422 ” ІНДИКАТОР ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ”. Бюлетень № 29 від 20.07.2022 р., про державну реєстрацію. С. 6.

26 Simple Solutions to Complex Challenges. URL: <https://www.ni.com/en-us/shop.html> (дата звернення 10.04.2021)

27 Data Sheet – National Instruments 9219. URL: https://www.ni.com/pdf/manuals/374473a_02.pdf (дата звернення 11.04.2021)

28 Operating instructions and specifications NI 9481. URL: <https://www.ni.com/pdf/manuals/373507d.pdf> (дата звернення 12.04.2021)

29 Specifications NI cDAQ™-9174. URL:

[ni.com/pdf/manuals/374045a.pdf](https://www.ni.com/pdf/manuals/374045a.pdf) (дата звернення 13.04.2021)

ДОДАТОК А

Методика дослідження параметрів мікроклімату

1. Теоретична частина

Мікроклімат – стан внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, інтенсивністю руху повітря і тепловим випромінюванням, тобто сукупністю факторів, які визначають тепловий стан людини.

Ці параметри обумовлюють *теплообмін тіла* людини з навколишнім середовищем, який здійснюється за рахунок теплопровідності, конвекції, випромінювання та тепломасообміну вологи через піт та дихання. Теплове випромінювання, як фактор впливу на мікроклімат виробничого середовища, зустрічається лише в деяких виробничих приміщеннях (кузні, ливарні цехи, доменні печі, котельні тощо), де є поверхні нагріті до температур світіння. Тому мікроклімат більшості виробничих зон характеризується величиною трьох параметрів: температура (t , °C), відносна вологість (φ , %) і швидкість руху (v , м/с) повітря.

Мікроклімат в робочій зоні визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температурою навколишніх поверхонь. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичної умови поділяють на оптимальні та допустимі.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому не виникає ушкоджень або порушень стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць. Нормовані параметри мікроклімату: температура, відносна вологість повітря, швидкість руху повітря в приміщенні встановлюються з урахуванням періоду

року та категорії робіт по енергозатратам. Так, розрізняють теплий та холодний період року.

Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище $+10^{\circ}\text{C}$.

Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює $+10^{\circ}\text{C}$ і нижче.

Всі роботи, що виконуються людиною, залежно від енерговитрат на їх виконання поділяються на три категорії (табл. 1):

Таблиця 1

Категорії робіт за ступенем важкості

Катгорія робіт		Енерговитрати	
		ват	ккал/год
Легкі	Ia	до 139	до 120
	Iб	140-174	121-150
Середньої важкості	IIa	175-232	151-200
	IIб	233-290	201-250
Важкі III		Понад 290	Понад 250

Легкі фізичні роботи (категорія I) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) – категорія Ia та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) – категорія Ib. До *категорії Ia* належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До *категорії Ib* належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням.

Фізичні роботи середньої важкості (категорія II) охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 176-232 Вт (151-200 ккал/год.) – категорія IIa та 233-290 Вт (201-250 ккал/год.) – категорія IIб. До *категорії IIa* належать роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням дрібних (до 1 кг) виробів або предметів в положенні стоячи або сидячи і потребують певного фізичного напруження. До *категорії IIб* належать роботи, що виконуються стоячи, пов'язані ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів та супроводжуються помірним фізичним напруженням.

Важкі фізичні роботи (категорія III) охоплюють види діяльності, при яких витрати енергії становлять 291-349 Вт (251-300 ккал/год.). До *категорії III* належать роботи, пов'язані з постійним переміщенням, перенесенням значних (понад 10 кг) вантажів, які потребують великих фізичних зусиль.

При комфортному (оптимальному) мікрокліматі встановлюється стаціонарний тепловий стан системи «людина – оточуюче середовище», який характеризується тим, що кількість тепла, що утворюється за одиницю часу, дорівнює кількості тепла, що віддає організм за той же проміжок часу в оточуюче середовище. При цьому утворюються оптимальні умови для роботи всіх функціональних систем організму в сполученні з суб'єктивним відчуттям комфорту. Такі умови мікроклімату забезпечують високий рівень працездатності. Незначне відхилення стаціонарного стану від комфортного навіть на короткий час приводить до зниження працездатності людини в середньому на 10–15%, що особливо відчутно при інтенсивній розумовій праці.

Умови *нагрівуючого* мікроклімату утворюються при підвищенні температури повітря і оточуючих поверхонь. Це приводить до зменшення тепловіддачі людини за рахунок випромінювання і конвенції. Якщо при температурі повітря 18°C від організму відводиться більше 30% тепла, то при 28°C – тільки 15%. Робота в умовах такого мікроклімату супроводжується сильним виділенням поту (до 5 - 6 л за зміну). Довга робота в умовах нагрівуючого мікроклімату визиває серйозні фізіологічні зміни в організмі; змінюється хімічний склад крові, збільшується її питома вага, зменшується склад хлоридів і вуглекислого газу. Умови нагрівуючого мікроклімату несприятливо впливають на серцево-судинну і центральну нервову систему, обмін вітамінів і роботу шлунку.

В умовах *охолоджуючого* мікроклімату, що виникають при пониженні температури навколишнього середовища, підвищення його рухливості і відносної вологості, відвід тепла від організму не компенсується його утворенням. Через велику втрату тепла може наступити переохолодження організму. В результаті послаблюється його здатність до боротьби з мікробами, знижується імунітет організму до окремих інфекцій. Організм, що підлягав охолодженню впродовж довгого часу, стає більш піддатливим до таких захворювань, як грип, ангіна, пневмонія, катарі верхніх дихальних шляхів, неврити тощо.

2. Визначення параметрів мікроклімату.

Температура повітря виробничих приміщань

Температура – це показник теплового стану фізичного тіла, яка є мірою інтенсивності теплового руху частинок цього тіла.

Найбільш розповсюдженими приладами для вимірювання температури повітря є *ртутні і спиртові термометри*, а також *термографи*, що

реєструють температуру оточуючого повітря за певні проміжки часу. При наявності теплового випромінювання використовують парні термометри з срібним і затемненим резервуарами для ртуті.

В разі нерівномірного розподілу тепла у виробничих приміщеннях температуру повітря потрібно вимірювати в різних точках робочої зони: на постійному робочому місці, в деяких точках зони найбільш частішого перебування працюючих, на ділянках обслуговування обладнання і контролю за його роботою, на різних відстанях від джерел тепловиділення і від протягів, через які поступає зовнішнє повітря, а також в різні періоди технологічного процесу, при різних погодних умовах тощо. Виміри на робочих місцях і взагалі в робочій зоні, як правило, проводять на висоті 1,3-1,5 м від рівня підлоги робочої площадки, а при значних коливаннях температури повітря (наприклад в кабіні трактора) – додатково на рівні ніг (0,2 - 0,3 м).

Абсолютна і відносна вологість

Вологість повітря характеризується наступними величинами:

- *абсолютна вологість* – напруженість водяних парів, що знаходяться в даний момент в повітрі (Па), або кількість водяних парів в грамах, що знаходяться в 1 м³ повітря;
- *максимальна вологість* – напруженість водяних парів (Па) при повному насиченні повітря вологою при даній температурі;
- *відносна вологість* – відношення абсолютної вологості до максимальної виражене в %.

Вологість повітря, на відмінну від температури, в робочих приміщеннях коливається не так різко і часто. Тому її вимірюють, як правило, тільки в робочій зоні на основних робочих місцях. В цехах і на виробничих ділянках з технологічними процесами, при яких використовується вода, або водний розчин, що зберігається у відкритих ємкостях, особливо з підігрівом (наприклад, гальванічні ванни, установки для миття деталей, машин, приготування кормів) вологість повітря досліджується більш детально. В подібних випадках важливо виміряти вологість безпосередньо у джерел виділення вологи, на різних від них відстанях і висотах.

Вологість повітря вимірюється *гігрометрами і психрометрами*. Робота гігрометра оснований на властивості волосини змінювати власну довжину в залежності від кількості вологи в повітрі. Більш точними є психрометри, які бувають статичними (психометр Августа) і динамічними (аспіраційний психометр Асмана). Для систематичного дослідження вологості повітря використовується прилад-самописець – *гігрограф*.

Робота аспіраційного психрометра базується на залежності різниці температур сухого і змоченого термометрів від вологості навколишнього повітря. Психрометр складається з двох однакових ртутних термометрів, закріплених в спеціальній оправі, і аспіраційної головки. Оправа є трубкою, що роздвоюється донизу, із захисними планками. До нижньої роздвоєної частини трубки за допомогою пластмасових втулок прикріплено два патрубки, що є радіаційним захистом резервуарів термометрів. Верхній кінець трубки сполучений з аспіратором. Аспіраційна головка складається із приводного механізму і вентилятора, закритого ковпаком. Пружина приводного механізму психрометра заводиться спеціальним ключем.

Визначення швидкості руху повітря

При дослідженні швидкості руху повітря необхідно мати на увазі, що через пульсуючий характер тепловиділення, а також через нерівномірне розміщення їх джерел тепла, напрямки повітряних потоків у виробничих приміщеннях можуть різко змінюватися. Тому, перед вимірюванням швидкості руху повітря необхідно визначити напрямки повітряних потоків (по відхиленню тонких стрічок паперу, диму від звичайної цигарки).

Незалежно від робочих місць і різних ділянок всієї робочої зони швидкість руху повітря вимірюють також у відкритих протягів воріт, дверей, вікон, ліхтарів, а також на різних відстанях від них. Рухливість повітря вимірюється при допомозі *анемометрів і кататермометрів*. Для виміру швидкості руху повітря використовують *анемометри: чашкові і крильчасті*.

3. Прилади та методи вимірювання температури, швидкості і відносної вологості повітря

Для визначення температури повітря у виробничих приміщеннях використовують ртутні або спиртові термометри. В приміщеннях зі значними тепловими випромінюваннями використовують парний термометр. Для неперервної реєстрації температури навколишнього повітряного середовища застосовують самозаписувальні прилади – термографи (рис. 1).

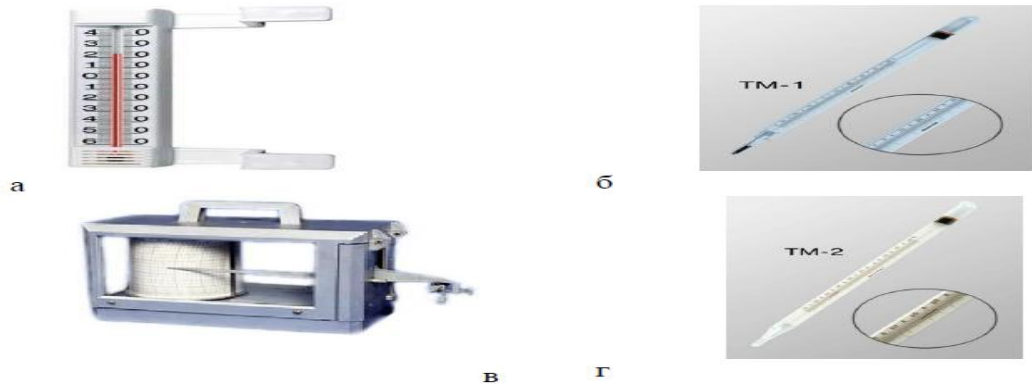


Рис. 1 Прилади для вимірювання температури повітряного середовища: а– термометр віконний спиртовий RST 02108; б – термометр метеорологічний ртутний ТМ-1; в – термограф М-16А; г – термометр спиртовий ТМ-2.

Для вимірювання швидкості руху повітря використовують крильчасті (0,3-0,5 м/с) та чашкові (1-20 м/с) анемометри, а для визначення малих швидкостей руху повітря (менше 0,5 м/с) – термоанемометри та кататермометри (рис. 2).



Рис. 2 Прилади для вимірювання швидкості руху повітря а – анемометр крильчастий АСО -3; б – анемометр чашковий МС-13.

Повітря у виробничих приміщеннях може мати різний вміст водяної пари. Так, вологість повітря має такі визначення: абсолютна вологість, відносна вологість, вологомісткість, тепломісткість

Абсолютна вологість – маса водяної пари в кг, яка міститься в 1 м³ вологого повітря.

Відносна вологість – відношення водяної пари, яка міститься в повітрі, до її масової кількості, потрібної для повного насичення вологою повітря при даній температурі. Відносна вологість повітря виражається у відсотках:

$$\varphi = \frac{d_e}{d_{\text{вн}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де d_e – абсолютна вологість повітря, кг/м³;

$d_{\text{вн}}$ – вологість повітря при його насиченні паром вологи, кг/м³.

Відносна вологість повітря може бути знайдена із виразу:

$$\varphi = \frac{P_n}{P_{\text{нас}}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

де: P_n та $P_{\text{нас}}$ – відповідно парціальний тиск водяної пари у повітрі приміщення і парціальний тиск водяної пари при повному насиченні водяною парою, мм.рт.ст. (додаток 3).

Відносна вологість повітря визначає ступень насичення повітря водяною парою, тобто відношення дійсної абсолютної вологості до максимально можливої абсолютної вологості в насиченому повітрі при тій же температурі

$$\varphi = \frac{P}{P_{\text{нас}}}, \quad (3)$$

Максимально можлива абсолютна вологість в насиченому повітрі дорівнює щільності насичених парів води (додаток 4).

Вологомісткість повітря d (г/кг сухого повітря) – відношення маси водяної пари до одиниці маси сухого повітря, що міститься у вологому повітрі:

Вологомісткість повітря d (г/кг сухого повітря) – відношення маси водяної пари до одиниці маси сухого повітря, що міститься у вологому повітрі.

$$d = \frac{G_n}{G_s} \cdot 1000, \quad (4)$$

де G_n , G_s – відповідно маса водяної пари та сухого повітря у вологому повітрі.

Тепломісткість повітря I (кДж/кг сухого повітря) – це кількість тепла, що знаходиться у вологому повітрі, суха частина якого важить 1 кг. Тепломісткість повітря визначається як сума сухого повітря та водяної пари.

Для встановлення значення вологості повітря використовуються наступні методи її визначення:

1. *Метод точки роси.* Основа методу полягає у визначенні температури охолоджувального тіла на момент появи на ньому роси t_p . При цій температурі поверхня тіла в той момент буде рівною температурі t_p , при який досліджуване повітря буде насичене водяною парою. По визначеному значенню t_p за таблицею властивостей волого повітря визначають питому вагу насиченої пари, що дорівнює абсолютній вологості повітря.

2. *Конденсаційний метод.* Даний метод застосовується за наявності значної кількості водяної пари в повітрі. Конденсація водяної пари здійснюється в холодильній камері, де повітря охолоджується нижче точки роси. Сконденсована волога збирається і визначається її обсяг або маса. За цими показниками встановлюється абсолютна вологість повітря.

3. *Ваговий метод.* Цей метод базується на поглинанні вологи із повітря хімічними поглиначами (хлористий калій, чиста сірчана кислота). Для визначення кількості відібраної вологи патрон з поглиначем важать на терезах до та після досліду. За масою вологи встановлюють вміст вологи в повітрі.

Для визначення відносної вологості повітря використовують психрометри з сухим і вологим термометрами, за показаннями яких відносна вологість повітря може бути визначена за психрометричною таблицею, за психрометричною формулою, за I-d діаграмою. Окрім цього для визначення відносної вологості повітря можуть використовуватися гігрографи, гігрометри (рис. 3).



а



б



в

Рис. 3 Прилади для вимірювання відносної вологості повітря:

а – психрометр аспіраційний МВ-4-2М; б – гігрометр М-19; в – гігрограф М- 21А.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів омиваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю. Визначення відносної вологості за психрометричною таблицею проводиться таким чином: після заміру температури повітря психрометром, визначають різницю в показниках сухого t_c і волого t_p термометрів:

$$\Delta t = t_c - t_p, ^\circ\text{C} \quad (5)$$

Користуючись психрометричною таблицею (додаток 5) по t_p (температура волого термометра психрометра) і Δt знаходять відносну вологість повітря φ .

Відносну вологість повітря можна вирахувати за психрометричною формулою:

$$\varphi = \frac{P_{p.\text{нас}} - A(t_c - t_p) \cdot P_{\theta}}{P_{c.\text{нас}}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

де: $P_{p.\text{нас}}$, $P_{c.\text{нас}}$ – парціальний тиск водяної пари в насиченому стані при температурі відповідно вологого і сухого термометра, мм.рт.ст. (додаток 3);

P_{θ} – дійсний барометричний тиск, мм.рт.ст.;

A – психрометричний коефіцієнт, для аспіраційного психрометра дорівнює 0,000677;

t_c , t_p – температура повітря відповідно за сухим та вологим термометром, $^\circ\text{C}$.

Тиск волого повітря може бути знайдений з виразу:

$$P_{\theta} = p_c + p_n, \quad (7)$$

де: p_c , p_n – парціальний тиск відповідно сухого повітря та водяної пари, мм.рт.ст.

Відносну вологість повітря можна знайти за I-d діаграмою (додаток 6). У I-d діаграмі графічно зв'язані основні параметри, які визначають тепловологий стан повітря: температура t , відносна вологість повітря φ , вологомісткість d , тепломісткість (ентальпія) I , парціальний тиск пари p_n . Знаючи два яких-небудь параметра, можна знайти інші на перетині відповідних ліній координат. На діаграмі наносяться лінії постійних ентальпій $I = \text{const}$ та вологомісткості $d = \text{const}$. Окрім того на діаграмі нанесені ізотерми $t = \text{const}$ у вигляді прямих ліній, криві $\varphi = \text{const}$, а також показана крива парціального тиску пари $p_n = f(d)$. За допомогою діаграми для кожного стану вологого повітря можна визначити температуру точки роси. Для цього з точки, яка характеризує стан досліджуваного повітря, треба провести вертикаль (лінію $d = \text{const}$) до перетину лінією $\varphi = \text{const}$. Ізотерма, яка проходить через знайдену точку, визначає точку роси повітря.

4. Заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату

Нормалізація параметрів мікроклімату здійснюється за допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту, які включають будівельно - планувальні, організаційно-технологічні, санітарно-гігієнічні та медико-біологічні. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту. Так, будівельно-планувальні та організаційно-технологічні включають заходи та засоби, які пов'язані з: раціональним плануванням приміщень, оптимальним розміщенням устаткування, механізацією та автоматизацією виробництва, використанням теплозахисних екранів.

До комплексу санітарно-гігієнічних заходів та засобів нормалізації параметрів мікроклімату відносять вентиляцію, опалення та кондиціонування повітря. Медико-біологічні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату включають: режим праці та відпочинку, медичні огляди працівників, профілактика водно-сольового балансу. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски; очей – окуляри; обличчя – маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опалів – плащів та гумових чобіт. Більш детально заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату описані у дидактичному елементі № 3 “Гігієна праці та виробнича санітарія”, п. 3.6 “Мікроклімат виробничих приміщень”.

ДОДАТОК Б

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

Харківський національний автомобільно-дорожній університет Механічний факультет
Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності

ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ
до дипломної роботи бакалавра

"Вдосконалення методики вимірювання вологості повітря у кабіні транспортного засобу"

Завідувач кафедри, канд. техн. наук, проф.



О. І. Богатов

Нормоконтролер, канд. техн. наук, доцент



М. В. Москаленко

Консультант, канд. техн. наук, проф.



О. І. Богатов

Керівник, канд. техн. наук, доцент


(підпис)

М. М. Кравцов

Студент гр. ММ-41-19



Білодін Камілов

Харків - 2023

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Дипломна робота захищається за спеціальністю 152 ” Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка ”. **Мета роботи** – удосконалення методики вимірювання вологості у повітрі кабіни транспортного засобу/

Вплив патогенних мікроорганізмів на пасажирів у повітрі салону транспортного засобу вивчався дипломником самостійно, з використанням літератури яка наведена у переліку посилань [7, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19].

У дипломі особисто, ініціативно, ретельно та уважно приймав участь дипломник по розробці приладу на корисну модель ” Показчик індикатора вологості повітря”.

Проаналізовані метрологічні питання до вимірювання у салоні кабіни транспортного засобу, вплив шкідників у повітрі та вологість, які є небезпечними при їх збільшенні, згідно санітарних норм мікроклімату [5].

На кафедрі МБЖД у 304 лабораторії зі студентами проводяться практичні заняття та розрахунки виробничого мікроклімату у закритому об’ємі приміщення. Бактеріальний аналіз повітря транспортних засобів вивчається теоретично.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Для зменшення теплових втрат запропоновано у транспортному засобі запропоновано встановити склопакети, тому що склопакет запотіває не зовні, а між стеклами, то причина тут може бути тільки одна — шлюб склопакетів. Вирішується ця проблема просто — заміною склопакета.

Якщо ж вікна постійно запотівають у транспортному засобу, то виною тому може бути однокамерний склопакет оскільки вони недостатньо добре утримують тепло. Відбувається це з тієї причини, що в профілі передбачена тільки одна прошарок, а також з-за мінімальної відстані між стеклами.

Доцільно встановити детермальне скло, яке отримують введенням в скляну масу окислів різних металів-заліза, міді, кобальту, нікелю, урану і т. д. Крім того, його можна отримати нанесенням різних покриттів на вже вставлені скла. Ці покриття складаються з пігментованих неорганічних алкідних смол.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Робоче місце водія має бути з максимальною оглядовістю (об'єктивна можливість бачити дорожню обстановку з місця водія; п. 1.10 Правил дорожнього руху України, затверджених постановою КМУ від 10.10.2001 № 1306). Так, відомо що у транспортних засобах, наприклад автобусах робочі місця відділене перегородкою від салонів пасажирів. Вимоги до мікроклімату в автобусі регламентуються санітарно-гігієнічними нормами та міжнародними стандартами. Так, згідно з СГН 25313-68, система кондиціонування повітря повинна забезпечувати мікроклімат у межах 22-24°C при повітрообміні 0,15 м³ /с (перший рівень комфорту). Робоче місце водія має бути відгороджене від салону.

Мікроклімат у кабіні транспортного засобу характеризується температурою повітря, його вологістю і швидкістю руху. Температура повітря у кабіні має бути в межах +15 ... +25 °С. Найсприятливіша температура +18 ... +20 °С. Температура внутрішніх поверхонь кабіни не має відрізнятися від температури повітря в кабіні більше ніж на 3 °С. Низька температура повітря зменшує швидкість і точність рухів. Робота за підвищеної температури швидше стомлює водія, знижує його увагу та збільшує час реакції. Велика вологість повітря за високої температури сприяє переохолодженню водія та застуді.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ТА ПАТОГЕННИХ
МІКРООРГАНІЗМІВ У ПОВІТРІ САЛОНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

- Салон автомобіля (СА) являє собою складну конструктивну систему з різноманітністю складових її елементів огорожуючих конструкцій та енергетичного обладнання, в яких протікають різні фізичні процеси поглинання, перетворення та переносу теплоти. На ці розподілення впливають зовнішні фактори, такі як температура зовнішнього повітря, його вологість, швидкість руху повітря, а також кількість шкідливих мікроорганізмів (ШМ) у повітрі.



**Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних
мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу**

За аналог взята методика вимірювання вологості повітря [8] розділ 4. “ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ”. Аналізуючи цей розділ методичних вказівок зрозуміли встановлені де які риси досліджень. Абсолютна вологість (q) або щільність водяної пари – це кількість водяної пари, яка міститься в 1 м³ повітря (г/м³).

Відносна вологість повітря – це відношення фактичного вмісту водяної пари до можливого при даній температурі, виражене у відсотках. Відносну вологість повітря визначають за формулою: $r = q / Q \times 100\%$; де r – відносна вологість, q – абсолютна вологість, Q – стан насичення.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Метою корисної моделі, яка запропонована є створення простого за конструкцією показчика індикатора, який завжди буде знаходитися в одній площині з шкалою вологості незалежно від дії вологи повітря на вологочутливий елемент і унеможлиблює появу незручностей для візуального визначення вологості повітря за шкалою індикатора.

Показчик для визначення вологості повітря у салоні транспортного засобу створений з особистої ініціативи дипломника, та який знаходиться у наступний час для затвердженні як корисна модель у Українському національному офісу інтелектуальної власності та інновацій (УКРНОІВІ). Загальний вид цієї інновації наведений на рисунку 1.

Сутність корисної моделі “ Показчик індикатора вологості повітря” пояснюється графічним матеріалом на рисунку 4.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

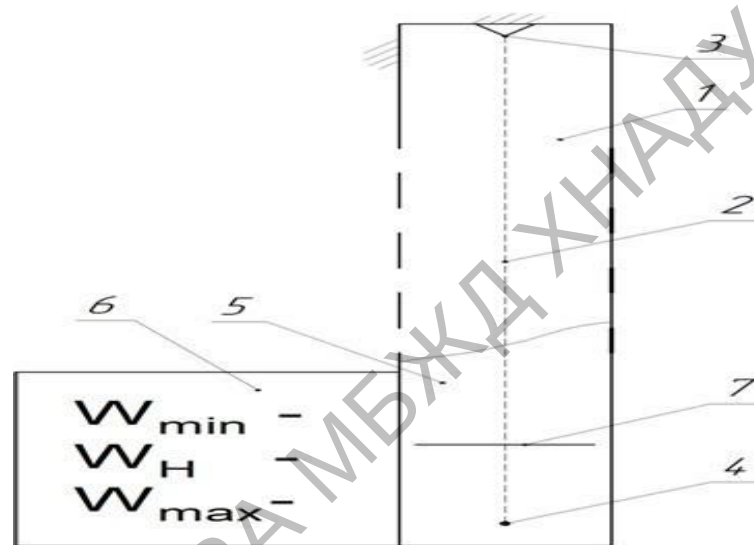


Рисунок 4 - Показник індикатора вологості повітря

- 1 – вертикальний повітряний канал; 2 – волого чутливий елемент; 3 – верхній край волого чутливого елементу; 4 – нижній край волого чутливого вільно розташованого по висоті повітряного каналу 1; 5 – нижня частина повітряного каналу 1; 6 – шкала вологості повітря; 7 – показник вологості повітря

ΔI

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Показчик індикатора вологості повітря можливо підключити через відеокамеру та оптоволоконний кабель до ПСOM (комп'ютеру) з метою зняття метрологічних параметрів вологості повітря у салоні транспортного засобу за показниками:

$W_{\min}$ – мінімальна вологість; W_n - нормальна вологість; $W_{\max}$ – максимальна вологість.

Розрахунок за показником індикатора вологості повітря виконується з наступних формул:

$$\Delta I = L - \phi_{\text{вд.}} \cdot W,$$

де: ΔI - зміна волого чутливого елементу, в залежності від

L – довжини волого чутливого елементу;

$\phi_{\text{вд.}}$ - питома зміна чутливого елементу;

W – вологість повітря.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Зміна волого чутливого елемента виходить з наступного розрахунку:

$$W = \frac{L - \Delta l}{C_{\text{yd.}}},$$

де: W – вологість повітря;

$C_{\text{yd.}}$ - питома вологість чутливого елемента;

W_{max} – максимальна вологість розраховується за флокулою:

$$W_{\text{max}} = W_{\text{н}} + \Delta l_{W_{\text{max}}},$$

де: $\Delta l_{W_{\text{max}}}$ - зміна довжини волого чутливого елемента при максимальній вологості

W_{min} – мінімальна вологість розраховується за формулою:

$$W_{\text{min}} = W_{\text{н}} - \Delta l_{W_{\text{min}}},$$

де: $\Delta l_{W_{\text{min}}}$ - зміна довжини волого чутливого елемента при мінімальній вологості.

**Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних
мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу**

Апробація вимірювання вологості у повітрі салону транспортного засобу виконана теоретично. За відсутності спеціального обладнання.

Удосконалена методика вимірювання вологості та проведено її обґрунтовано у поліпшеному новому напрямку, ідеологія якого проста та зручна за конструкцію, яку представлено відділу інтелектуальної власності ХНАДУ у вигляді пропозиції на винахід, корисну модель “ Показчик індикатора вологості повітря ”.

Валідація – це оцінка придатності методики, її підтвердження шляхом теоретичного дослідження та надання об'єктивних доказів того, що конкретні вимоги щодо цільового використання виконуються.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

У дипломному проекті підтверджено, що методика вимірювань мікроклімату у салоні транспортного засобу придатна для вирішення передбачуваних завдань у яких з'явилися випробування та їх рішення. Результатом проведення випробувань є відповідь на питання, чи відповідає ця методика вимогам вимірювань мікроклімату у салоні транспортного засобу.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Діаграма температури та вологості повітря в салоні автобуса наведена на рисунку 5, де штрихуванням виділено зону комфорту. Найбільш сприятливі умови для пасажирів у легкій одежі будуть у зоні температур і вологості, заштрихованій хрестоподібною, а допустимі – у зоні, позначеній звичайною штрихуванням.

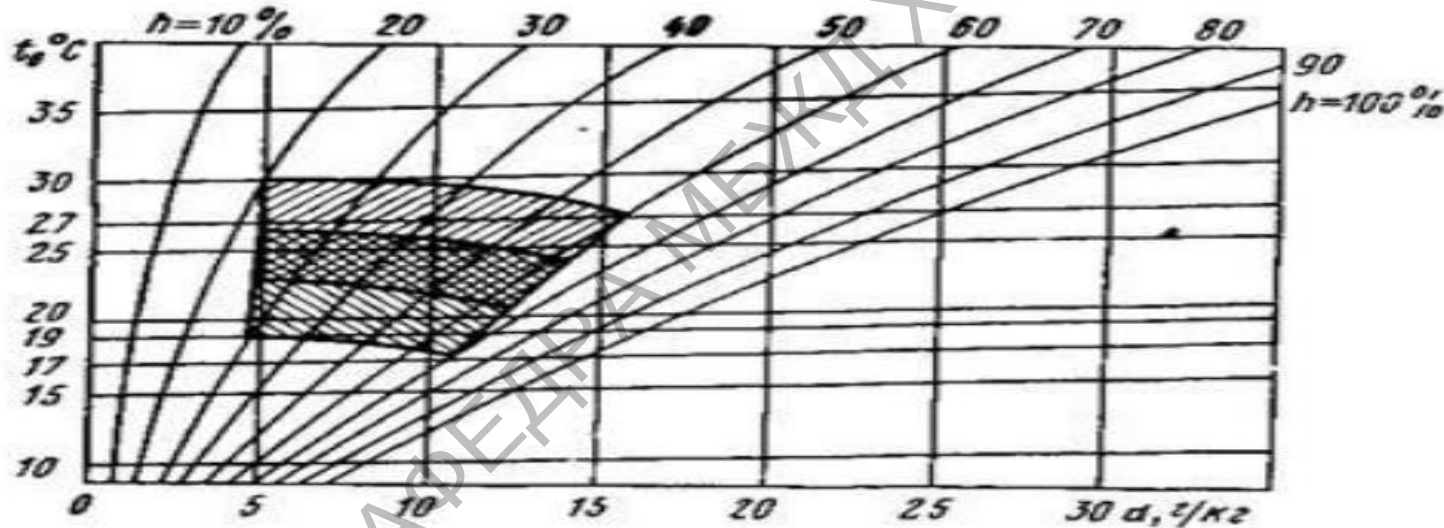


Рисунок 5 - Діаграма температури та вологості повітря у салоні автобуса

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

Охорона праці для вимірювання вологості повітря у салоні транспортного засобу водночас вирішує наступні завдання: інженерно-технічне:

- перше — яке передбачає запобіганням небезпечних подій під час трудового процесу шляхом - заміни небезпечних матеріалів менш небезпечними; переходу на новітні технології, які зменшують ризик травматизму та хвороби; проектування та конструювання обладнання з метою урахування вимог безпеки праці; розробка засобів індивідуального та колективного захисту;
- друге — соціальне, яке пов'язане з відшкодуванням матеріальної, моральної та соціальної шкоди завданої внаслідок перевищення вологості та швидкості повітря у салоні транспортного засобу, т. б., нещасного випадку або професійного захворювання.

Удосконалення методики вимірювання вологості та патогенних мікроорганізмів у повітрі салону транспортного засобу

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз приладів вимірювання мікроклімату у салоні транспортного засобу з суттєвим створенням оптимального температурного, вологісного та повітряного становища. Адже, по - перше, при його розрахунках враховується повне рівняння теплового балансу людини і всі групи параметрів, що впливають на тепловідчуття людини, по - друге, врахування метеорологічних чинників, рахування сонячної радіації, що надходить до тіла людини, а також середньої радіаційної температури, по - третє, для властива більша мінливість значно, а також і інформативна значимість, разом з іншими одними небезпечними та простими розрахунками параметрів мікроклімату.

Обґрунтовано вдосконалення методики вимірювань вологості, температури та повітряного становища у салоні транспортного засобу, що є новим та необхідним для створення безпечних перевозок пасажирів у автомобілях, автобусах та ін. видів транспорту.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ТА ПАТОГЕННИХ
МІКРООРГАНІЗМІВ У ПОВІТРІ САЛОНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Дякую Вам за увагу!

