

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Поліщук Олександр Володимирович**

**УДК 331.45**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ПОКРАЩЕННЯ  
УМОВ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В МАШИННО-ТРАКТОРНИХ  
МАЙСТЕРНЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Поліщук О.В.

**Керівник роботи**  
Боровський В.М.  
старший викладач

**Житомир – 2023**

## АНОТАЦІЯ

*Поліщук Олександр Володимирович. Розробка технологічної системи покращення умов та безпеки праці в машинно-тракторних майстернях сільськогосподарських підприємств. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз робіт чинних машинно-ремонтних майстерень сільськогосподарських підприємств показує, що в них можуть виникати всі існуючі групи негативних факторів. Виконано системний аналіз на основі вибору основних видів сумісності: біофізична, енергетична та техніко-естетична, в результаті розроблена біотехнічна система: людина-машина-виробниче середовище як об'єкт дослідження, де можливість покращення умов та безпеки праці закладена в самій системі та технічних засобах.

Розроблено раціональну схему технічної системи забезпечення мікроклімату в майстерні, де джерелом теплової та електричної енергії передбачено комбінований спосіб на базі традиційного електропостачання від центральної лінії електропередач і використання сонячної радіації. Система включає вентилятор, повітрянагрівача та охолоджувача, пристроїв для автоматичного регулювання їх теплової потужності, обробки повітря (озонування) та аварійного, евакуаційного освітлення.

Розроблена технічна система покращення умов та безпеки праці механічних майстерень, крім прямого призначення дозволяє отримати додатковий ефект за рахунок економії електричної енергії шляхом використання схеми автоматичного керування.

*Ключові слова: біотехнічна система, майстерня, безпека праці, електроенергія, мікроклімат, освітлення*

## ANNOTATION

*Polishchuk Olexandr Volodymyrovych. Development of a technological system for improving labor conditions and safety in machine and tractor workshops of agricultural enterprises.. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work analyzes the work of existing machine repair shops of agricultural enterprises and shows that all existing groups of negative factors can occur in them. A system analysis was performed based on the choice of the main types of compatibility: biophysical, energy and technical and aesthetic, as a result, a biotechnical system was developed: man-machine-production environment as an object of research, where the possibility of improving working conditions and safety is inherent in the system itself and technical means.

A rational scheme of a technical system for providing a microclimate in the workshop was developed, where the source of heat and electricity is a combined method based on traditional power supply from the central power line and the use of solar radiation. The system includes a fan, an air heater and a cooler, devices for automatic regulation of their thermal power, air treatment (ozonation) and emergency and evacuation lighting.

The developed technical system for improving the working conditions and safety of mechanical workshops, in addition to its direct purpose, allows to obtain an additional effect by saving electricity through the use of an automatic control scheme.

*Keywords: biotechnical system, workshop, labor safety, electricity, microclimate, lighting*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В МАШИННО-ТРАКТОРНИХ МАЙСТЕРНЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	7
РОЗДІЛ 2. ВИБІР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	17
РОЗДІЛ 3. ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ У МАЙСТЕРНІ.....	27
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36

## ВСТУП

**Актуальність теми дослідження.** У цивілізованому суспільстві захист людини від негативних факторів виробничого середовища є дуже актуальним. В даний час люди найбільше страждають від них створених небезпек і шкідливостей.

Основні положення безпеки на виробництві стосуються і сільськогосподарського виробництва, де мають місце природні, техногенні та антропогенні небезпеки та шкідливості, пов'язані кліматом, рельєфом місцевості, видом технологічного обладнання та техніки, тваринами, хімічними препаратами тощо.

Отже, виникає потреба розробки науково-обґрунтованих технічних систем забезпечення оптимальних безпечних умов праці у виробничих та інших приміщеннях. При цьому, як показує світова практика, широко використовують енергію відновлюваних джерел як альтернативне, екологічно чисте, що відповідає вимогам енергозбереження, що дозволяє розглядати виробничі приміщення, зокрема ремонтні майстерні як біотехнічна система: людина-машина-середовище (Л-М-С) з можливими взаємодіями та взаємозв'язками людини з машиною у певному виробничому середовищі.

**Мета роботи** – розробка технічної системи покращення умов та безпеки праці у машинно-тракторні майстернях аграрних підприємств шляхом використання комбінованих енергоресурсів.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання:**

- вивчити умови праці працівників ремонтних майстерень сільськогосподарських підприємств та стан використання технічних засобів;
- розробити методичну основу розробки біотехнічної системи: Л-М-С на основі системного підходу;

- вибрати конструктивно-технологічну схему технічної системи забезпечення мікроклімату у майстерні та обґрунтувати її параметри.

**Об'єкт дослідження:** машинно-тракторні майстерні сільськогосподарських підприємств.

**Предмет дослідження:** закономірності зміни умов та безпеки праці у машинно-тракторні майстернях аграрних підприємств.

**Перелік публікацій за темою роботи:**

1. Боровський В.М. **Поліщук О.В.** Принципи та методи забезпечення безпеки праці. Збірник тез ІХ-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 240-243.

2. Боровський В.М. **Поліщук О.В.** Вибір схеми технічної системи забезпечення мікроклімату в майстерні. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики.* 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 109-113.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для підприємств АПК представляє розроблена конструктивно-технологічна схема технічної системи забезпечення мікроклімату у майстерні.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп'ютерного тексту, містить 8 рисунків та 4 таблиці.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В МАШИННО-ТРАКТОРНИХ МАЙСТЕРНЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

#### 1.1. Принципи та методи забезпечення безпеки праці

Принцип забезпечення безпеки, як основна ідея, становище поділяється на орієнтуючі, технічні, організаційні та управлінські, які мають свої елементи та вирішують певні завдання.

Наприклад, принцип нормування як елемент організаційно-технічних принципів забезпечення безпеки встановлює ГДК, ПДВ, ПДК і т.д. дотримання яких забезпечує захист працівника від небезпеки чи шкідливості.

До технічних принципів забезпечення безпеки належать: принципи блокування, герметизації, захисту відстанню, міцності, слабкої ланки, екранування тощо. Наприклад, принципи слабкої ланки забезпечує безпеку шляхом ведення в систему спеціального елемента, який сприймає або реагує на зміну відповідного параметра (розривні мембрани, запобіжники, реле захисту тощо) запобігати небезпечним явищам.

Основне завдання методів забезпечення безпеки – недопустити поєднання гомосфери та ноксосфери, тобто людина не повинна перебувати там, де існує або періодично виникають небезпеки.

Для вирішення цього завдання існують і реалізуються три методи:

- просторовий та/або тимчасовий поділ гомосфери та ноксосфери (дистанційне керування, автоматизація, роботизація тощо);
- Нормалізація ноксосфери шляхом виключення небезпек (різні захисні заходи);
- Адаптація людини до відповідного середовища (професійний відбір, навчання, психологічний вплив, засоби індивідуального захисту).

У реальних умовах зазначені методи використовуються спільно, в різних варіантах.

Поліпшення стану повітряного середовища виробничих приміщень та робочих місць є одним з основних заходів профілактики несприятливого впливу параметрів мікроклімату на організм людини.

Основними засобами є повітряні завіси, вентиляційні пристрої та установки. Повітряні завіси застосовують у вигляді душуючого потоку повітря і призначені для захисту від холодного повітря.

Згідно з повітряними завісами слід влаштовувати біля прорізів.

приміщень, що опалюються, не рідше ніж один раз на годину при температурі зовнішнього повітря  $-15^{\circ}\text{C}$  і нижче. Основні схеми повітряних завіс наведено на рисунку 1.1.

У світовій практиці ефективним засобом забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату та належного складу повітря у виробничих приміщеннях є вентиляція - регульований повітрообмін та пристрої, що його створюють. Повітрообмін у приміщеннях, що створюється вентиляцією, знижує концентрацію токсичних речовин до гранично-допустимих значень, регулює тепло та вологу, а також підтримує в робочій зоні заданих величин температури та вологості.

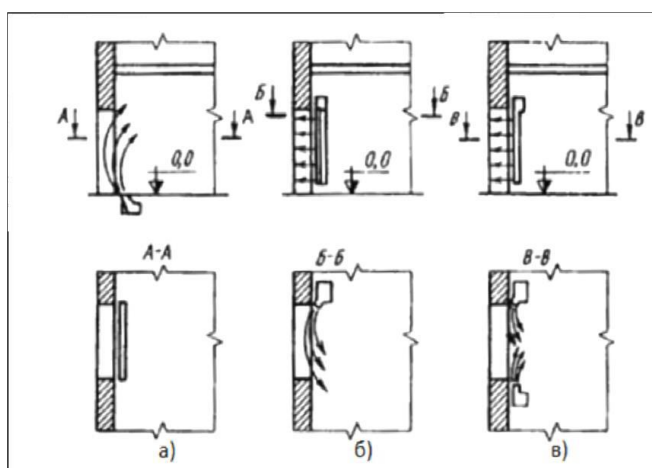


Рис. 1.1. Схеми повітряних завіс а – з нижньою подачею повітря, б - одностороннє, в - двостороннє.



Як параметр, що характеризує рівень вентиляції приміщень, застосовується показник кратність повітрообміну  $K_e$ :

$$K_e = \frac{W_3}{V_n}, \text{ c}^{-1} \quad (1.1)$$

де  $W_3$  – обсяг повітря, що замінюється в приміщенні, м<sup>3</sup>/год;  $V_n$  – обсяг приміщення, м<sup>3</sup>.

Короткість повітрообміну  $K_e$  показує, кількість обміну повітря протягом години повністю замінено повітря в приміщенні (при  $K_e > 1$ ) або частково (при  $K_e < 1$ ). Кількість повітрообміну в результаті природної вентиляції (аерація та інфільтрація) виробничих приміщень може досягати значень  $K_e = 1,0 \dots 1,5 \text{ год}^{-1}$ .

Інфільтрація (неорганізована природна вентиляція) проводиться обміну повітря через не щільність в огородженнях та елементах будівельних конструкцій. Це найпростіший і найдешевший вид вентиляції.

Проте неефективний. Аерація (організований вид природної вентиляції) здійснюється зміною повітря через спеціальні пристрої, що відриваються (дефлектори, фрамуги вікон і ліхтарів).

Місцева витяжна вентиляція забезпечується пристроями газопилу очищувачами та встановлюється безпосередньо біля джерела забруднення.

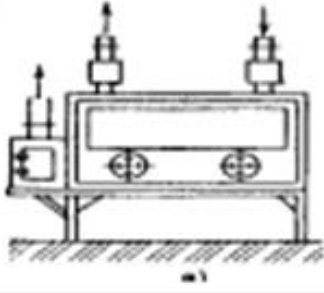
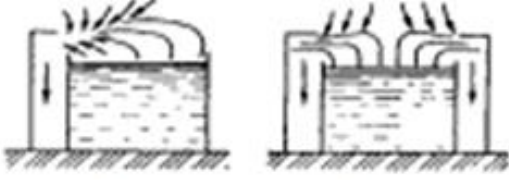
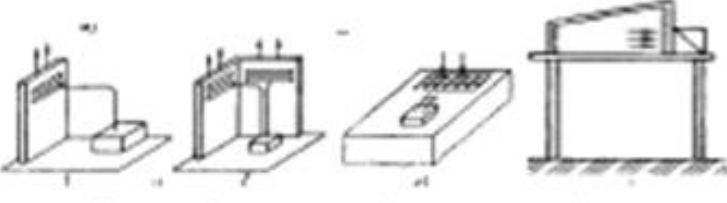
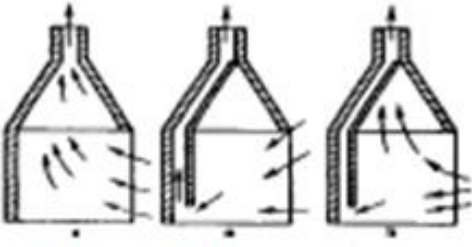
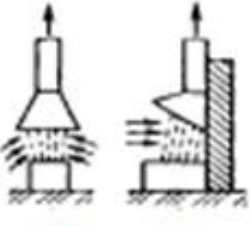
Загальна чи загальнообмінна вентиляція забезпечує мікроклімат у приміщенні з урахуванням метеорологічних умов зовнішнього повітря та особливостей технологічних процесів.

У холодну пору року для збереження необхідної температури в приміщенні припливне повітря необхідно підігрівати.

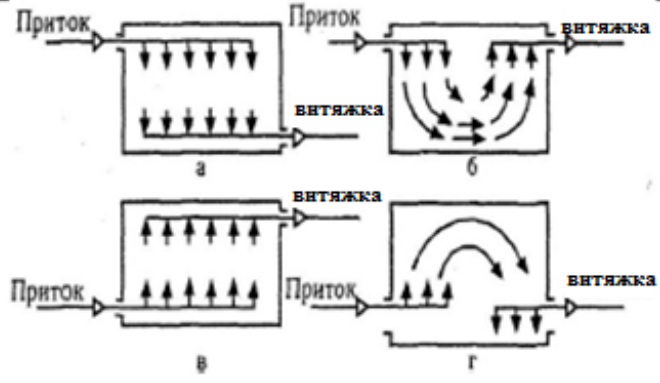
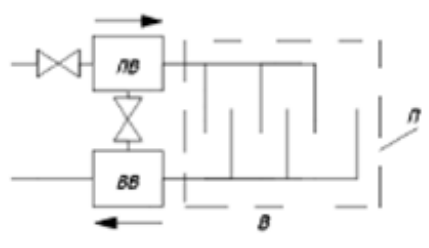
Існуючі пристрої та схеми організації повітрообміну при місцевій та загальнообмінній вентиляції наведено у таблиці 1.1.

Як показано в табл. 1.1, існує чотири основні схеми організації повітрообміну.

Таблиця 1.1 – Пристрої та схеми організації повітрообміну

№ п/п	Види вентиляції	Схеми організації повітрообміну
1	2	3
1	Укриття (бокс)	
2	Бортові відсмоктувачі: а-однобортний б-двобортний	
3	Бічні відсмоктувачі: а - односторонній б - кутовий в - від робочих столів г - вітряного типу	
4	Витяжні шафи: а- з верхнім відсмоктувачем б - з нижнім відсмоктувачем в-з комбінованим відсмоктувачем	
5	Витяжні парасольки: а - прямий б-похилий	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
6	<b>Схеми повітрообміну:</b> <b>а-згори вниз</b> <b>вгору вгору</b> <b>знизу вгору</b> <b>г-знизу вниз</b>	
7	<b>Припливно-витяжна</b> <b>вентиляція з</b> <b>рециркуляцією</b> <b>ПВ – припливна</b> <b>вентиляція</b> <b>ВВ – витяжна</b> <b>вентиляція</b> <b>П – приміщення</b>	

При розміщенні повітророзподільників загальнообмінної вентиляції в струмені припливного повітря при вході її в робочу зону приміщення, що обслуговується, слід приймати:

- максимальну швидкість руху повітря  $V_x$ , м/с за формулою:

$$V_x = k V_n \quad (1.2)$$

- максимальну температуру  $t_x$  °С, при поповненні недоліків теплоти у приміщенні:

$$t_x = t_n + \Delta t_1 \quad (1.3)$$

- Мінімальну температуру  $t_x$  °С, при надлишку теплоти в приміщенні за формулою:

$$t_x = t_n + \Delta t_2 \quad (1.4)$$

де  $U_n$  і  $t_n$  - відповідно нормована швидкість руху повітря, м/с і температура повітря, що нормується, °С, в обслуговуваній зоні приміщення;  $k$  - коефіцієнт переходу від нормованої швидкості руху повітря в приміщенні до максимальної

швидкості струменя;  $\Delta t_1$ ,  $\Delta t_2$  - відповідно допустиме відхилення температури повітря, °С, у струмені від нормованої.

У майстернях з ремонту сільськогосподарської техніки сільськогосподарських підприємств як виробниче приміщення категорії А з виділенням негорючого пилу та аерозолів рекомендується водяне та парове опалення з електричним або газовим котлом при температурі на тепловіддаючій поверхні 130°С. Одним із сучасних методів забезпечення оптимальних та безпечних умов праці у виробничих приміщеннях є кондиціонування повітря, де автоматично підтримується параметри мікроклімату одночасно, незалежно від атмосферних умов та пори року. Для цього розроблені спеціальні пристрої – кондиціонери, загальна схема якого показана рисунку 1.2.

Таким чином, при розробці технічних систем створення безпечних умов праці у виробничих приміщеннях сільськогосподарських підприємств необхідно враховувати комплекс факторів: фізіологічна дія мікроклімату на організм людини; терморегуляцію організму; критерії комфортності та безпеки, а також обґрунтувати вибір методів забезпечення безпеки праці.

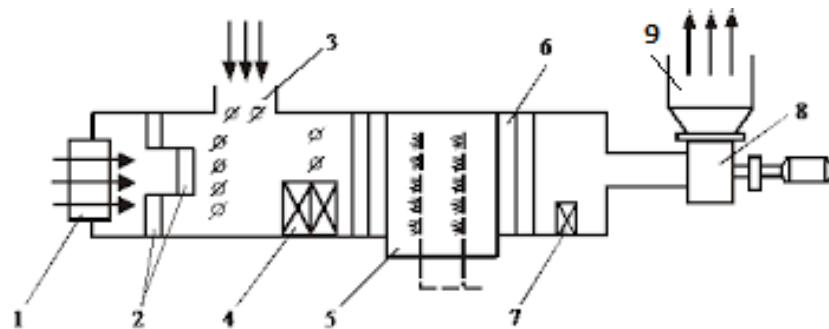


Рис. 1.2. Загальна схема кондиціонера 1 – забірний повітропровід, 2 – фільтр, 3 - з'єднувальний повітропровід, 4 – калорифери першого та другого ступенів підігріву, 5 – форсунки повітроочищення, 6 – перехідник - краплі уловлювач, 7 – калорифери третього ступеня підігріву, 8 – вентиля-відвідний повітропровід.

## **1.2. Огляд робіт досліджень умов та безпеки праці у виробничих приміщеннях сільськогосподарського виробництва**

### Патентний пошук

Патент UA 2219764 Установа для організації мікроклімату в сільськогосподарському приміщенні відноситься до технічних засобів, що кондиціонують і осушують повітря в системах мікроклімату сільськогосподарських приміщень. Відмінною особливістю цієї установки є працездатність її при знижених температурах зовнішнього повітря. Це досягається шляхом конденсації водяної пари, періодичної регенерації поверхні теплообмінника системи вентиляції. Установа може знайти широке застосування в регіонах з протяжною холодною пори року. В установці підігрів повітря в повітронагрівачі може здійснюватися різними альтернативними енергоносіями.

Патент UA 2395302 Спосіб іонізації повітря в приміщенні та пристрій для його здійснення включає примусову подачу повітря в повітропровід вентилятором, іонізацію повітря з використанням джерела високої постійної напруги. Винахід може бути використаний у технічних системах створення мікроклімату в різних галузях при генерації та транспортуванні іонів.

При цьому цей спосіб застосовується у виробничих приміщеннях без переробки існуючої системи припливно-витяжної вентиляції.

Патент UA 2555657 Вентиляційно-опалювальна установка з утилізацією теплоти, озонуванням та рециркуляцією повітря дозволяє забезпечити підігрів припливного вентиляційного повітря в найбільш холодний період року за допомогою полімерного теплообмінника та за рахунок збільшення кількості рециркуляційного теплого внутрішнього повітря після його очищення та знезараження. У цьому можна забезпечити економію енерговитрат до 60%.

Патент UA 2428636 Система припливно-витяжної вентиляції тваринницького приміщення відрізняється тим, що на забірних рукавах повітроводів витяжної вентиляції змонтовані датчики контролю вологості,

температури та концентрації шкідливих речовин внутрішнього повітря пов'язані з електроприводом вентиляторів, всередині вентиляційної камери з розбризкувачами. Таке конструктивне рішення дозволяє регулювати вологість і температуру повітря, пов'язаний з розбризкувачем. Таке конструктивне рішення дозволяє регулювати вологість та температуру припливного повітря.

Патент UA 2347148 Природна теплообмінна система, що осушує вентиляції тваринницьких ферм, забезпечує мікроклімат у тваринницьких приміщеннях в зимову пору року із застосуванням елементів енергозбереження. Суть винаходу полягає в тому, щоб підігрівати зовнішнє повітря, що надходить і осушувати внутрішньофермське повітря, використовується рекуперація тепломістку вологого повітря, без витрати електроенергії. Цю систему можна використовувати як на тваринницьких фермах, а й у інших виробничих приміщеннях.

Патент UA 2235948 Децентралізована комбінована система мікроклімату в тваринницьких приміщеннях з використанням ІЧ-випромінювачів є прикладом створення енергозберігаючої системи, створення мікроклімату в приміщеннях на базі газових інфрачервоних ІЧ-випромінювачів.

При цьому температура та вологість повітря, що надходить у приміщення, контролюється датчиками температури та вологості припливного повітря встановленими після перевірки рефлекторів ІЧ-випромінювачів.

Свідоцтво №821856 Спосіб роботи системи регулювання мікроклімату тваринницького приміщення. Цей спосіб підтримує задане значення температури та вологості повітря приміщення шляхом зміни теплопродуктивності відповідних електрокалориферів. Включення в роботу регулятора відносної вологості повітря приміщень при збільшенні температури повітря щодо її заданого значення на величину диференціала регулятора температури та відключення її при температурі повітря приміщення, меншої значення, дозволяє зменшення потужності електрокалориферів і тим самим зменшити споживану теплову енергію.

Патент UA 2444396 Спосіб очищення повітря від парів аміаку. Цей екологічно чистий спосіб дозволяє очистити повітря від парів аміаку до допустимої дози 15-20 мг/м<sup>3</sup> у робочій зоні виробничих приміщень.

Розробка електротеплоутилізатора з озонуванням та рециркуляцією повітря, що містить вентилятори припливного та приділеного повітря, малогабаритний теплообмінник з полімерних матеріалів, озонатор коронного розряду з відповідними пристроями.

Вентиляційна система фірми VTS CLIMA, у якій контакт між свіжим холодним повітрям, його підігрів та відпрацьованим теплим повітрям здійснюється у перехресному теплообміннику, рекомендована для сільськогосподарських приміщень в умовах експлуатації у перехідний та холодний періоди року.

Щодо умов вівчарських ферм проведено технологічні дослідження та визначено конструктивно-планувальні

параметри приміщень та обладнання для оптимізації мікроклімату, а також розроблена технологічна схема водопостачання з підігрівом води шляхом використання біотермічної установки, де як альтернативні джерела теплоенергії виступає тепло, що виділяється при самонагріванні гною.

З метою підвищення продуктивності тваринництва вчені багатьох країн проводять науково-дослідні роботи з визначення оптимальних параметрів мікроклімату, що ґрунтуються на зоогігієнічних та технікоекономічних вимогах. Встановлено, що при незадовільному мікрокліматі продуктивність тварин падає на 20...30%, а також скорочується термін служби приміщень через вплив вологості та агресивних речовин на будівельні матеріали. Природна вентиляція за допомогою кількох витяжних труб не забезпечує необхідного повітрообміну приміщеннях. Велика рухливість повітря, особливо за низьких температур, різко збільшує тепловіддачу, отже негативно впливає здоров'я тварин.

Недостатній повітрообмін у тваринницьких приміщеннях призводить до більшого накопичення шкідливих газів (аміак та сірководень), які надають

токсичну дію на організм тварин та обслуговуючого персоналу. При підвищеному вмісті аміаку повітря приріст маси ВРХ на відгодівлі знижується до 28%. У великих концентраціях аміак і сірководень викликають отруєння тварин та людини. Поліпшення газового складу тваринницьких приміщень досягається за рахунок правильної споруди та експлуатації вентиляційних систем.

### **Висновки по розділу**

Більшість досліджень проведено з вивчення впливу мікроклімату та токсичності шкідливих газів на сільськогосподарських тварин стосовно тваринницьких приміщень. Дуже мало відомостей щодо інших виробничих приміщень сільського господарства, зокрема стосовно майстерень з ремонту та технічного обслуговування сільгосптехніки.



## РОЗДІЛ 2

# ВИБІР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

### 2.1. Вибір схеми технічної системи забезпечення мікроклімату в майстерні

Технічна система забезпечення мікроклімату в майстерні складається з вентилятора, повітрянагрівача, повітроохолоджувача та пристрої для автоматичного регулювання їх теплової потужності. Вона показана на рис. 2.1.

Крім того, в систему входять пристрої для можливої обробки повітря (передбачено озонування повітря), розміщені на лінії забору зовнішнього повітря та аварійного, евакуаційного освітлення.

Як джерело теплової та електричної енергії передбачений комбінований спосіб на базі традиційного електропостачання від ЦЛЕП та використання сонячної радіації.

Система працює в такий спосіб. Підтримка заданого значення температури повітряного середовища майстерні здійснюється шляхом зміни теплопродуктивності водяних калориферів 2 і 3 для нагрівання або охолодження повітря.

Для цього проводиться автоматичне регулювання температури води, що підводиться до калориферів, при її постійній витраті, що створюється циркуляційними насосами 5 і 6, за допомогою двопозиційного терморегулятора 9, датчик 10 якого встановлено в майстерні 11 у витяжному рециркуляційному повітроводі 12. Насос 5 буде працювати до тих пір, поки температура повітряного середовища майстерні не досягне верхнього межі налаштування діапазону регулювання плюс диференціал регулятора температури ( $t_x = t_e^{max} + \Delta t_e$ ).

У міру досягнення даної температури терморегулятор 9 відключає циркуляційний насос 5, повітрянагрівача 2 і включає насос 6 повітроохолоджувача 3. Насос 6 буде працювати до тих пір, поки температура повітряного середовища майстерні не досягне ( $t_x = t_e^{min} + \Delta t_e$ ) і при даній температурі насос 6 відключається і вмикається насос 5. Далі робота системи повторюється.

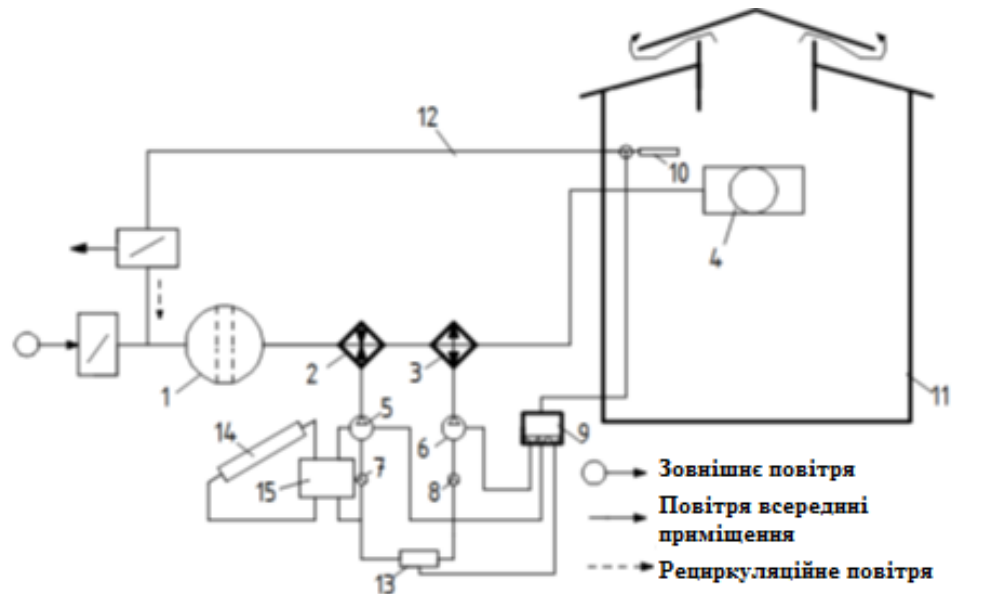


Рис. 2.1. Схема технічної системи забезпечення мікроклімату у майстерні 1 – фільтр, 2 – повітрянагрівач, 3 – повітроохолоджувач, 4 – вентилятор, з пристроями повітророзподілу, 5,6 – насоси, 7,8 – триходові змішувальні клапани, 9 - двопозиційний терморегулятор, 10 - датчик (термометр), 11 – майстерня, 12 – витяжний повітропровід, 13 – автоматичний коректор циклів, 14 – сонячний колектор, 15 – бак – акумулятор.

Вмикання та вимикання насосів 5 і 6 може створити коливання температури припливного повітря і в результаті формується час напівперіодів нагрівання та охолодження у вигляді гармонічних коливань.

Для забезпечення розрахункового періоду гармонійних коливань в систему введено автоматичний коректор циклів 13, який керує роботу триходових клапанів змішувачів 7 і 8, коригуючи теплову потужність повітрянагрівача або охолоджувача.

Дана система може забезпечити мікроклімат у майстерні, при повній рециркуляції повітря у певні періоди року в залежності від температури та відносної вологості зовнішнього повітря та від кількості працівників у майстерні. Крім того, можна практикувати короткочасне відключення вентилятора з метою економії електроенергії, коли достатній повітрообмін забезпечується шляхом інфільтрації повітря.

Зовнішнє повітря, і навіть повітря при рециркуляції очищається з допомогою фільтра 1. Поліпшення санітарного стану майстерні здійснюється періодично шляхом озонування повітря. Озон високо токсичний, тому його використання у виробничих приміщеннях у присутності працівників допустиме лише у нешкідливих для здоров'я дозах. Для цього застосовуються концентрації озону на рівні гранично допустимої концентрації (ГДК).

Застосування озонування повітря є ефективним, особливо при використанні рециркуляції. Навіть частково рециркулююче повітря при озонуванні набуває всіх властивостей і якості атмосферного повітря. Встановлено, що вірус грипу гине за іонізації 0,0002 мг/л озону. Озон скорочує кількість захворювань персоналу, що працює в майстерні. Під дією озону відбувається знищення всіх відомих мікроорганізмів: бактерій, вірусів, грибів, плісняви тощо. Озон має сильну окислювальну здатність і не залишає після себе залишкових токсичних речовин.

Озонування повітря не тільки покращує екологічну обстановку всередині майстерні, а й дозволяє скоротити витрати електроенергії на вентиляційно-опалювальний пристрій за рахунок багаторазового використання нагрітого повітря.

Крім того рециркуляція повітря дозволяє термостатувати приміщення та стабілізувати мікроклімат, особливо за температурою та вологістю, виключити занесення із поза збудників інфекційних захворювань.

Сучасні розробки озонної технології включають дослідження в області коронного розряду на мікропроводах, що забезпечує високий вихід озону, що

забезпечує і очищення, і знезараження повітря. У систему забезпечення мікроклімату майстерні рекомендовано озонатор, де підвищення ефективності досягнуто шляхом моделювання параметрів електричних характеристик коронного уніполярного розряду.

Використання сонячної радіації як додаткове джерело теплопостачання майстерні загалом призводить до економії електроенергії. Гаряча вода з сонячного колектора 14 через бак-акумулятор 15 надходить в систему коли включається насос 5. Така паралельна робота сонячного колектора з основною електричною системою теплопостачання майстерні з енергетичної точки зору відповідає вимогам енергозбереження. Залежно від клімату, конструктивних особливостей сонячного колектора, бака - акумулятора, дана схема сприяє вирішенню питань вирівнювання теплового навантаження особливо в теплі періоди року.

Спосіб аварійного, евакуаційного освітлення у виробничих приміщеннях та пристрій для його здійснення забезпечує сприятливі умови при аварійному та евакуаційному освітленні. Спосіб передбачає використання світлодіодних ламп та світлодіодних стрічок, а також пристрої для їх безперервного, автономного світіння до 12 годин. У приміщеннях, де є необхідність постійного освітлення, встановлюються та підключаються до мережі 220 В, на стелі або стіні кріпиться пристрій із підключеними до них світлодіодними лампами потужністю 2 та 5 Вт, з плафонами або світлодіодними стрічками 30-60 діодів на метр. Світлодіодні елементи постійно включені. У момент незапланованого відключення мережі 220 В світлодіодні елементи продовжуватимуть світити, підживлюючись від пристрою, автономного світіння до 12 годин.

Світлодіодні лампи, стрічки дуже економічні, економічність даної технології на кілька порядків вища за люмінесцентні лампи.

Однією з головних причин відмови від технології люмінесцентних ламп є шкода для людського ока. Так як, при її роботі відбувається мерехтіння, на перший погляд не помітне, але впливає.

У кімнаті з таким освітленням людина швидко втомлюється, з'являється дратівливість. А застосування ртуті, яка міститься всередині люмінесцентних ламп, заборонено в багатьох країнах світу.

Сьогодні світлодіодні лампи є переважаючими над лампами люмінесцентними. Іншою важливою перевагою є світло, яке виробляє світлодіод. На відміну від жовтого світла, яке погано впливає на око людини, світлодіодні лампи виробляють світло близьке до природного світла (світла денного), завдяки чому працювати і відпочивати при такому світлі набагато ефективніше і приємніше, око людини менше втомлюється і не ріже від втоми. Такі лампочки і стрічки екологічно чисті і не містять ніяких шкідливих речовин. Світлодіодні лампи не створюють перешкод для інфрачервоних камер (камери нічного бачення) та інших охоронних пристроїв, оскільки в спектрі світла світлодіодних ламп немає інфрачервоного випромінювання. Немає пускового струму. Світлодіодні лампи, стрічки практично не гріються, у них відсутнє теплове випромінювання, тому вони є пожежобезпечними. Такі лампи, стрічки прослужать до 50 000 годин. Це близько шести років безперервного світіння. Але при цьому вона не перегорає як звичайні лампи розжарювання, а після закінчення терміну служби у неї знижується світловий потік на 30% і ними практично ще можна користуватися.

Спосіб є досить енергоефективним, продуктивним, і може використовуватися для покращення умов та безпеки праці в сільському господарстві.

Електробезпека персоналу та надійності роботи електрообладнання в майстерні забезпечується пристроєм для підвищення розрядної напруги прохідних ізоляторів зовнішньої установки, які можуть бути використані для підвищення надійності їх експлуатації та безпеки обслуговування електроустановок.

## 2.2. Тепловий баланс у приміщенні майстерні

Відповідно до обраної схеми технічної системи (див. рис.2.2), у майстерні створюється квазістаціонарний температурний режим (гармонічні температурні коливання), за рахунок зміни температури повітря припливу. При цьому тепловий баланс характеризує закономірності зв'язку температури всередині майстерні з температурою навколишнього повітря. Для мікроклімату будь-якого приміщення, з переліку фізичних параметрів основними є температура та вологість повітря, взаємопов'язані між собою характеристиками. В атмосфері або в приміщеннях не існує сухого повітря без водяної пари, а кількість водяної пари залежить від температури.

Як показано на рис. 2.2, у майстерні 1 повітря подається з певною температурою, після очищення проходить через нагрівач (Н) або охолоджувач (О), які його нагрівають або охолоджують. При цьому повітря може мати величину  $2A_{ВХ}$  за постійної середньої температури припливу.

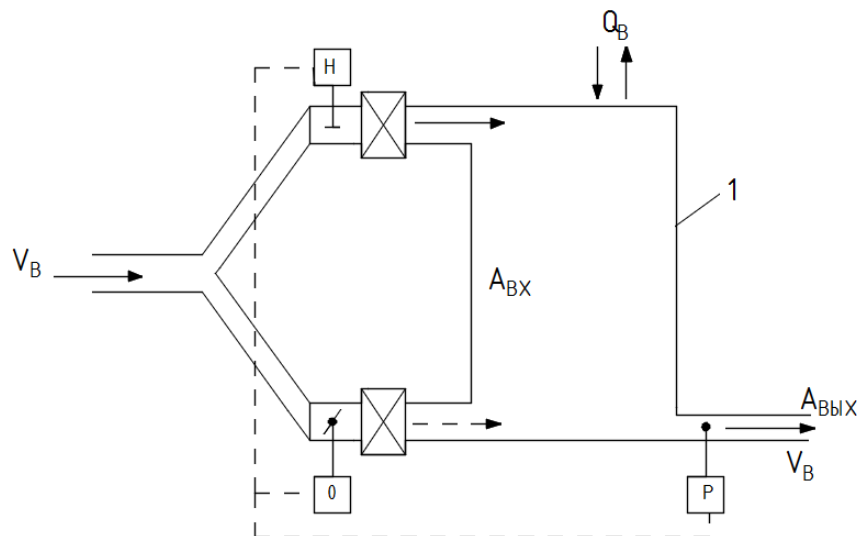


Рис. 2.2. Розрахункова схема теплового балансу у приміщенні майстерні

—→ - нагріте повітря; - - -→ - охолоджене повітря

Поперемінний пропуск повітря здійснюється за допомогою повітряних клапанів та двопозиційним регулятором температури (Р). Регулятор

налаштований на постійну температуру ( $t_{вих}$ ) і має певний діапазон регулювання, рівний  $2 A_{вих}$ .

Характер зміни температури припливного  $t_{вх}$  і вихідного  $t_{вих}$  повітря залежатиме від наявності теплових збурень  $Q_{в}$  і  $t_{вх}$ .

При  $Q_{в} = 0$   $t_{вх} = t_{вих}$  зміна температури припливного повітря характеризується величиною  $2 A_{вх}$ , тобто припливне повітря охолоджується або нагрівається на однакову температуру.

Такі коливання температури припливного повітря розкладається в ряд Фур'є наступного виду:

$$\overline{t_{тех}} = \overline{t_{вх}} + \frac{4}{\pi} A_{вх} \cos \omega \tau \quad (2.1)$$

де  $\omega$  - кругова частота коливань, рад/с;  $\tau$  - момент часу, с.

З урахуванням теплоємності приміщення та технологічного обладнання існує нерівність  $A_{вих} \neq A_{вх}$ , а характер зміни  $t_{тех}$  описується косінусоїдою :

$$t_{тех} = \overline{t_{тех}} + A_{сблх} (\cos \omega \tau - \psi) \quad (2.2)$$

Кількість теплоти за час  $d\tau$

$$dQ' = V_B \cdot \rho_B \cdot C_B (t_{тех} - t_{сблх}) d\tau \quad (2.3)$$

де  $V_B$  - об'ємна витрата повітря, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_B$  - щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$C_B$  - питома теплоємність повітря, Дж/кг. °С.

Причому,  $dQ$  накопичиться (або вилучиться) у приміщенні. З урахуванням рівнянь (2.2) і (2.3) при зрушенні фази  $\psi = 0$  отримаємо:

$$dQ' = V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{вх} - A_{сблх} \right) \cos \omega \tau d\tau \quad (2.4)$$

Рівнянням (2.4) можна скористатися, коли потік повітря подається через нагрівач (Н), і коли припливне повітря проходить через охолоджувач (О).

За час нагрівання  $\tau_n$  кількість теплоти  $Q_{z/2}$  буде дорівнює інтегралу в межах інтегрування від моменту подачі повітря через нагрівач  $\tau_1$  до початку подачі через охолоджувач  $\tau_2$  :

$$Q'_{z/2} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - A_{вых} \right) \cos \omega t dt \quad (2.5)$$

де  $Z / 2 = \tau_n$  або  $\tau_0$  належить відрізьку часу, що дорівнює напівперіоду нагрівання або охолодження.

Враховуючи косинусоподібний характер коливань, межі інтегрування приймаємо:  $\tau_1 = -\frac{\pi}{1\omega}$ ;  $\delta_2 = \frac{\pi}{2\omega}$  і отримаємо відповідні рівняння теплового балансу: для напівперіоду нагрівання ( $\tau_n$ )

$$\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - A_{вых} \right) \tau_n = 2A_B \cdot C_z^H \quad (2.6)$$

для напівперіоду охолодження ( $\tau_0$ )

$$-\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - A_{вых} \right) \tau_0 = 2A_B \cdot C_z^0 \quad (2.7)$$

де  $C_z^H, C_z^0$  - загальна теплоємність приміщення відповідно при нагрівання ( $z = 2 \tau_n$ ) та охолодження ( $z = 2 \tau_0$ ).

Якщо в приміщенні будуть мати місце постійні тепловиділення  $Q_B = const$  при вх вих  $t_{ex} = t_{вих}$ , аналогічно попередньому випадку рівняння теплового балансу мають вигляд: для напівперіоду нагрівання

$$\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - A_{вых} \right) \tau_n + Q_B \cdot \tau_n = 2A_B C_z^H \quad (2.8)$$

для напівперіоду охолодження

$$-\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - A_{вых} \right) \tau_0 + Q_B \cdot \tau_0 = -2A_B C_z^0 \quad (2.9)$$

Величина  $Q_B$  у рівняннях (2.8) і (2.9) має знак плюс, оскільки до приміщення тепло надходить.



Якщо регулятор (Р) фіксує величини вих  $A_{вих}$  і  $t_{вих}$  змінюючи  $t_n$  і  $t_0$  відповідним чином, то рівняння (2.10) має вигляд:

$$\overline{t_{гex}} = \overline{t_{свix}} \pm \overline{\Delta t} + \frac{\pi}{4} A_{ex} \cos \omega t \quad (2.10)$$

де  $\overline{\Delta t} = \overline{t_{ex}} - t_{свix}$ .

При цьому значення частоти  $\omega$  буде різним: для часу нагрівання  $\omega_n = 2\pi/2 \tau_n$ ; для часу охолодження  $\omega_0 = 2\pi/2 \tau_0$

В даному випадку отримаємо рівняння теплового балансу:  
для напівперіоду нагрівання

$$\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} + \overline{\Delta t} - A_{свix} \right) \tau_H = 2 A_B C_z^H \quad (2.11)$$

для напівперіоду охолодження

$$-\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - \overline{\Delta t} - A_{свix} \right) \tau_H = -2 A_B C_z^O \quad (2.12)$$

Отримані рівняння показують, що для того щоб вирівняти напівперіоди коливань (щоб  $\tau_n = \tau_0$ ) при  $Q_e = V_{az}$ , потрібно відповідним чином змінити  $t_{ex}$  по відношенню до  $t_{вих}$ . При цьому величина  $A_{ex} = t_n - t_{ex} = t_{ex} - t_0$  залишається без зміни.

У цьому випадку рівняння теплового балансу:  
для напівперіоду нагрівання

$$\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} - \overline{\Delta t} - A_{свix} \right) \tau_H + Q_B \cdot \tau_H = 2 A_B C_z^H \quad (2.13)$$

для напівперіоду охолодження

$$-\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} + \overline{\Delta t} - A_{свix} \right) \tau_0 + Q_B \cdot \tau_0 = 2 A_B C_z^O \quad (2.14)$$

Величину  $Q_e$  можна виразити через збільшення температури припливного повітря:  $Q_e = t_e V_B \rho_B C_e$ . Тоді рівняння (2.13) і (2.14) можна подати у такому вигляді:

$$\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{ex} + \overline{\Delta t} + \frac{\pi}{2} \Delta t_B - A_{свix} \right) \tau_H = 2 A_B \cdot C_z^H \quad (2.15)$$

$$-\frac{2}{\pi} V_B \cdot \rho_B \cdot C_B \left( \frac{4}{\pi} A_{\text{ex}} + \overline{\Delta t} - \frac{\pi}{2} \Delta t_B - A_{\text{вых}} \right) \tau_0 = 2 A_B C_z^0 \quad (2.16)$$

Таким чином, рівняння теплових балансів становить основу розрахунку температурного режиму в майстерні при періодичній зміні температури припливного повітря за сигналом від двопозиційного терморегулятора (Р) за наявності теплового збурення ( $Q_6$ ) у приміщенні.

## РОЗДІЛ 3

### ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ У МАЙСТЕРНІ

#### 3.1. Результати оцінки основних параметрів мікроклімату у майстерні

Результати статистичної обробки експериментальних даних за основними параметрами мікроклімату у виробничих ділянках майстерні залежно від періодів року представлені у таблиці 3.1. Оброблено дані щодо ділянок 1,2,3 і 4, як найбільш перевантажені в робочий час.

За результатами експериментів температура повітря в майстерні в періоди опалення, перехідні та теплі відповідно склала за існуючої технічної системи в середньому:  $13,23 \pm 1,289$  (°C);  $17,65 \pm 1,351$  (°C);  $24,53 \pm 1,553$  (°C) (додатки 1, 2 і 3), також за пропонованої технічної системи, в аналогічні періоди в середньому:  $22,79 \pm 1,380$  (°C);  $21,39 \pm 1,335$  (°C);  $22,70 \pm 1,329$  (°C) (додатки 4, 5 та 6).

Відносна вологість та швидкість руху повітря в майстерні, також у зазначені періоди року відповідно склала в середньому:

Таблиця 3.1 – Результати статистичної обробки експериментальних даних параметрів мікроклімату майстерні

Періоди року	Основні ділянки майстерні	Параметри мікроклімату											
		Існуюча технічна схема (варіант 2)						Пропонована технічна схема (варіант 2)					
		Температура, °C		Вологість, %		Швидкість руху, м/с		Температура, °C		Вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Mt	$\pm \sigma t$	Mw	$\pm mcp$	Mv	$\pm \sigma v$	Mt	$\pm \sigma t$	Mw	$\pm mcp$	M v	$\pm \sigma v$
Період опалення (15.11–15.03)	1	11,98	1,308	58,88	+3,13	0,383	По майстерні	23,43	1,383	50,85	-3,13	0,333	По майстерні
	3	13,90	1,404	58,00	+0,38	0,393		23,08	1,485	58,50	+3,53	0,343	
	3	15,03	1,353	49,38	-8,38	0,380		24,33	1,358	50,35	-3,83	0,353	
	4	13,03	1,198	81,51	+4,88	0,305		21,48	1,438	54,00	+1,13	0,335	
		13,33	1,198	58,83		0,383		0,0303	23,89	1,380	53,88		
Перехідні періоди (15.03-15.04) (15.09-15.11)	1	18,93	1,333	80,00	+1,38	0,335	По майстерні	19,88	0,999	88,50	+1,5	0,383	По майстерні
	3	18,94	1,408	89,38	+0,83	0,338		23,10	1,488	88,50	+1,5	0,388	
	3	30,00	1,358	88,00	-3,83	0,341		23,13	1,335	84,85	-3,35	0,338	
	4	15,83	1,310	89,35	+0,83	0,381		20,53	1,543	88,35	-0,85	0,395	
		18,89	1,353	88,83	0,341			0,0385	21,39	1,335	88,00		
Теплий період (15.04-15.09)	1	33,35	1,859	58,38	+3,01	0,384	По майстерні	23,10	1,404	49,00	-3,43	0,388	По майстерні
	3	33,81	1,848	54,51	-0,88	0,398		23,13	1,351	53,85	+3,33	0,383	
	3	38,88	1,539	53,38	-3,03	0,388		24,08	1,341	49,85	-1,88	0,305	
	4	35,55	1,388	58,00	+0,85	0,380		21,43	1,331	53,35	+1,83	0,393	
		34,54	1,554	55,38		0,388		0,014	23,80	1,339	51,49		

Біометричний тиск (за період: 15.11 – 18.11) 890-805 мм.рт.ст.

Позначення ділянок: 1-діагностики та ТО; 3-ремонт СХТ; 3-ковальсько-зварювальний; 4-слюсарно-механічний 58,83%; 88,83%; 55,35%; та  $0,383\pm 0,0303$  (м/с);  $0,34\pm 0,0385$  (м/с);  $0,388\pm 0,014$  (м/с) за існуючої технічної системи, 53,88%; 88%; 51,43% та  $0,338\pm 0,0319$  (м/с);  $0,393\pm 0,0484$ (м/с);  $0,391\pm 0,0181$  (м/с) за пропонованої технічної системи (додатки 8 і 8). Барометричний тиск повітря за період 15.11-18.11, тобто протягом одного року змінювався в межах 890-805 мм.рт.ст.

На рисунку 3.1. наведено графічне зображення зміни температури повітря всередині майстерні різних її ділянках.

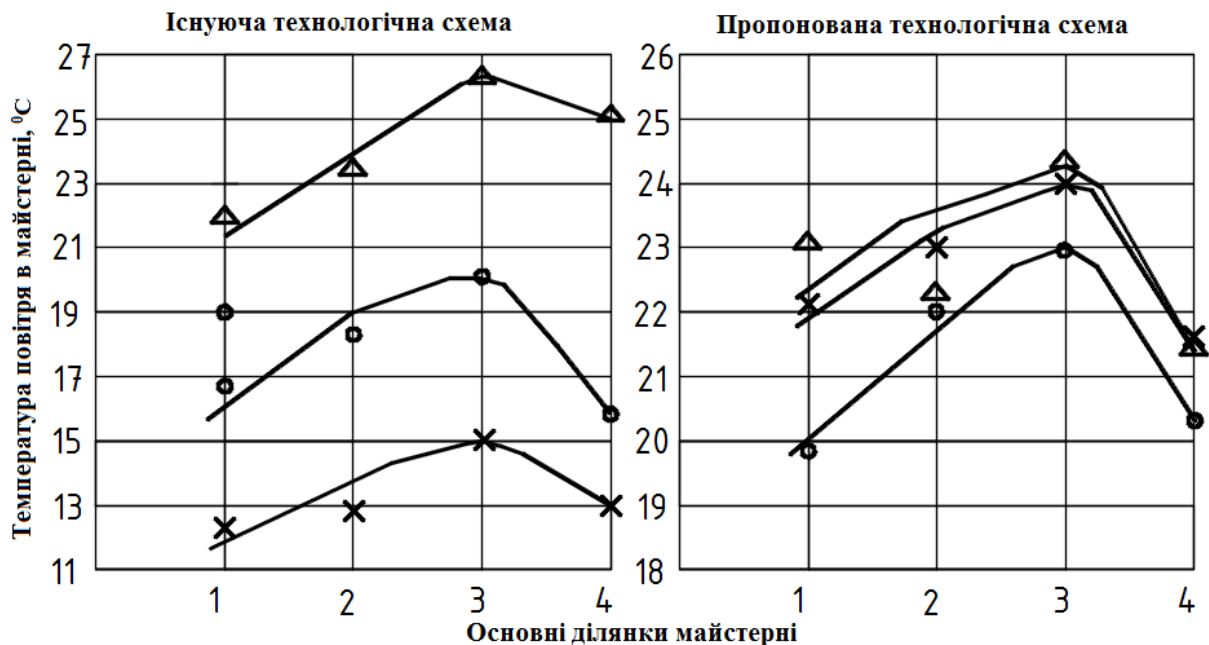


Рис. 3.1. Зміна температури повітря всередині майстерні за певні періоди року X – період опалення; O - перехідні періоди; Δ – теплий період.

Основні ділянки майстерні: 1-діагностики та ТО; 3 - ремонт СХТ; 3-ковальсько-зварювальний; 4-слюсарно-механічний, періоди: x - період опалення ( $t_n = -8 - -14$  ° C); про-перехідний період ( $t_n = 13 \dots 18$  ° C); Δ- теплий період ( $t_n = 18 - 38$  ° C).

Ці дані отримані з урахуванням температури зовнішнього повітря за певні періоди року за існуючої, а також за пропонованої технічної системи дотримання параметрів мікроклімату Порівняльний аналіз показує, що за існуючої технічної системи за період опалення середня температура повітря становить  $13,33\pm 1,389$

°С. Це нижче на 8-9 °С від нормативних показників. Діапазон зміни температури за різні періоди року, що дорівнює 4-5 °С, також негативно впливає на здоров'я працівників. Ці показники за запропонованої технічної системи покращилися, а саме середня температура повітря всередині майстерні за досліджені періоди року становила 31-33 °С ( $\pm 1,38$ ) з діапазоном зміни, що дорівнює 1-3 °С.

Крім того, в отриманих результатах зміни температури всередині майстерні спостерігається певна закономірність. Для їхнього опису нами виконано статистичне моделювання, результати якого наведено в таблиці 3.2. та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.2 – Статистика температури у майстерні

№ розряду	Існуюча технічна система				Пропонована технічна система						N
	1	3	3	4	1	3	3	4	5	8	
Границі розряду $t_{i-1} - t_i$ °С	10-15	15-30	30-35	35-30	19-30	30-31	31-33	33-33	33-34	34-35	
Среднее значение $t_{cp}$ , °С	13,6	18,6	33,6	38,6	19,6	30,6	31,6	33,6	33,6	34,6	
Кількість	3	16	3	3	1	1	3	3	3	3	13
Частота, $p_i$	0,36	0,41	0,18	0,18	0,08	0,08	0,18	0,36	0,36	0,18	
Математичне очікування, °С	$\bar{t}_e = 18,806$				$\bar{t}_n = 33,468$						
Середньоквадратичне відхилення, °С	$\delta_{tE} = 6,046$				$\delta_{tH} = 1,489$						

При цьому експериментальні дані за температурою розкладали на детерміновану складову та випадкові компоненти.

В результаті отримали варіаційні лави зміни температури всередині майстерні за певною закономірністю. Опис цих закономірностей проводилося з допомогою параболічної функції, де коефіцієнти апроксимації було визначено з допомогою формули Лагранжа.

$$L_n(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0)(x-x_1)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_n)}{(x_i-x_0)(x_i-x_1)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_n)} \quad (3.1)$$

Щільність емпіричного та теоретичного розподілу температури повітря у майстерні підпорядковується нормальному закону:

- за існуючої технічної системи

$$f(t_c) = \frac{1}{5,045\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t_c + 18,705)^2}{2(5,045)^2}\right] \quad (3.3)$$

з математичним очікуванням 18,806 °С середньоквадратичним відхиленням 6,046 °С.

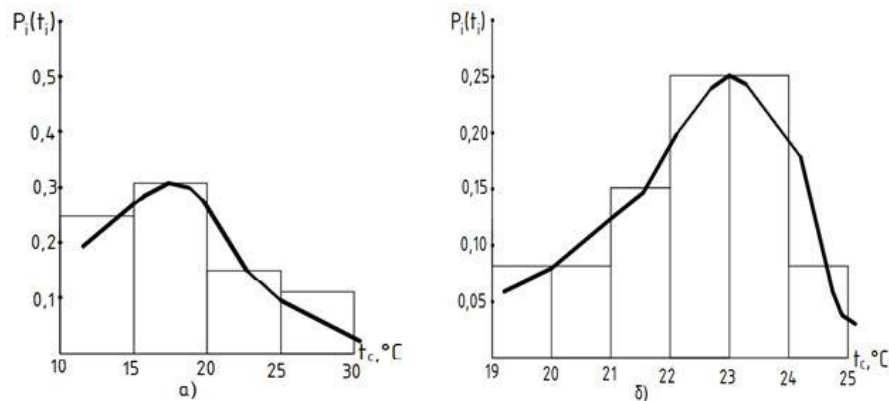


Рис. 3.2. Гістограма та розподіл ймовірностей частоти температури повітря в майстерні а - існуюча технічна система; б - пропонується технічна система.

- за пропонуваної технічної системи

$$f(t_n) = \frac{1}{1,469\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t_n + 22,456)^2}{2(1,469)^2}\right] \quad (3.3)$$

з математичним очікуванням 33,468 °С та середньоквадратичним відхиленням 1,469 °С.

Для опису частоти температури повітря в майстерні вибрано такі рівняння:

за існуючої технічної системи

$$p_i^c = -0,0084 \cdot x^2 + 0,286 \cdot x - 2,014 \quad (3.4)$$

за пропонуваної технічної системи

$$p_i^c = -0,0314 \cdot x^2 + 1,433 \cdot x - 16,111 \quad (3.6)$$

Рівняння (3.4) та (3.6) дозволяють визначити поточне значення температури всередині майстерні за певної частоти.

### 3.3. Результати оцінки електробезпеки майстерні

З відомості технологічного устаткування майстерні електропривод мають такі устаткування: токарний верстат 18К30 (11 кВт); токарний верстат 1Д-83А (10 кВт); фрезерний верстат МРФ (1,66 кВт); вертикально-свердлильний верстат (4 кВт); стенд для регулювання паливних насосів КН 33306 (3,8 кВт); кран-балка (6 кВт); молот пневматичний М4139А (8 кВт); заточувальний верстат (0,8 кВт); вентилятор ковальський ОКС-3381(3 кВт); зварювальний трансформатор ТС-300 (30 кВт); зарядний пристрій акумуляторів ЗУ-1 (1,6 кВт); стенд перевірки та регулювання електрообладнання КІ-11600 (6 кВт).

Для оцінки електробезпеки окремих видів електроустановок та майстерні в цілому визначено допустимий час перебування працівника в полях напруги ( $T_g$ ) та час перебування працівника в майстерні протягом робочого дня в зонах різною напруженістю ( $T_{np}$ ). Значення  $t_E$  - час перебування у контрольованих зонах з різною напруженістю, знайдені шляхом хронометражних спостережень. Результати розрахунку  $T_g$  та  $T_{np}$  дано в таблиці 3.3. У таблиці 3.3. наведено результати експериментальних досліджень основних показників електробезпеки: напруженість електростатистичного поля; індукція магнітного поля (напруженість електричного поля); опір ізоляції та опору заземлювача.

Результати показують, що коли технологічне обладнання працюють окремо інтенсивності електромагнітних полів не перевищують нормативних показників. Тому робітникам допускається перебування у майстерні протягом робочого дня. Коли одночасно працюють кілька видів технологічного обладнання, інтенсивність електромагнітних полів можуть перевищувати нормативні показники, і з'являється необхідність обмежень перебування робітників у майстерні.

Розрахункові дані часу  $T_g$  та  $T_{np}$  показують, що з усіх видів технологічного обладнання наявні в майстерні електробезпека забезпечена, напруженість

електромагнітних полів на контрольованих місцях не перевищують нормативних показників.

Тому робітники можуть перебувати на своїх робочих місцях протягом робочого дня. За даними вимірювань опір заземлювача розтіканню струму становить 0,8-1,1МОм, опору заземлюючих провідників дорівнює 0,88-1,33МОм.

Ці показники також забезпечують електробезпеку технологічного обладнання.

Таблиця 3.3 – Оцінка електробезпеки майстерні

№ п/п	Технологічне обладнання	Напруженість електростатичного поля, кВ/м	Напруженість електромагнітного поля кВ/м	Час, год		
				$T_g$	$T_{np}$	$t_E$
1	Токарний верстат	6,1	6,3	7,7-7,7	6,60	6,3
3	Фрезерний верстат	1,3	1,137	39,7-43,0	0,43	3,3
3	Свердлильний верстат	4,3	4,133	9,7-10,1	3,71	4,7
4	Стенд КІ 33306	4,0	3,933	10,7-10,7	3,79	3,7
6	Молот пневматичний	7,3	7,1	7,7-7,7	3,39	3,3
8	Кран балка	7,0	4,777	7,0-10,7	4,37	7,0
8	Вентилятор ковальський	3,1	1,777	31,7-37,3	3,43	7,3
8	Зварювальний трансформатор	7,3	7,733	4,7-7,7	7,07	7,3
9	Зарядний пристрій	0,9	0,703	73,7-70,3	0,17	1,3
10	Стенд КІ11600	4,3	4,133	9,7-10,1	3,74	3,7
	Сума	39,4	37,7	-0,77-(-0,73)		

### 3.3. Результати досліджень шуму та вібрації у приміщенні майстерні

За результатами експериментальних досліджень шуму, складені шумові карти, вони показані на малюнках для наступних ділянок майстерні: вентиляційна камера; ковальсько-зварювальний; слюсарно-механічний, і навіть для майстерні загалом, як виробниче приміщення підприємства.

Виміри були зроблені в центральній частині майстерні горизонтального перерізу на висоті 1,8 м від підлоги, в 8 точках.

Дані шумових карт показують, що максимальний рівень звукового тиску створюється вентиляційною установкою. На відстані від 4 до 8 метрів по горизонтальному перерізу на висоті 1,8 м від поля рівень звукового тиску



створюваної вентиляційної установки стійка і становить 88 дБ. Залежно від часу впливу шуму фактичний рівень звукового тиску може бути скоригована. Акустичний розрахунок вентиляційних установок та установок кондиціювання повітря передбачають допустимі рівні звукового тиску приймати на 6 дБ нижче за рівень фактичного.

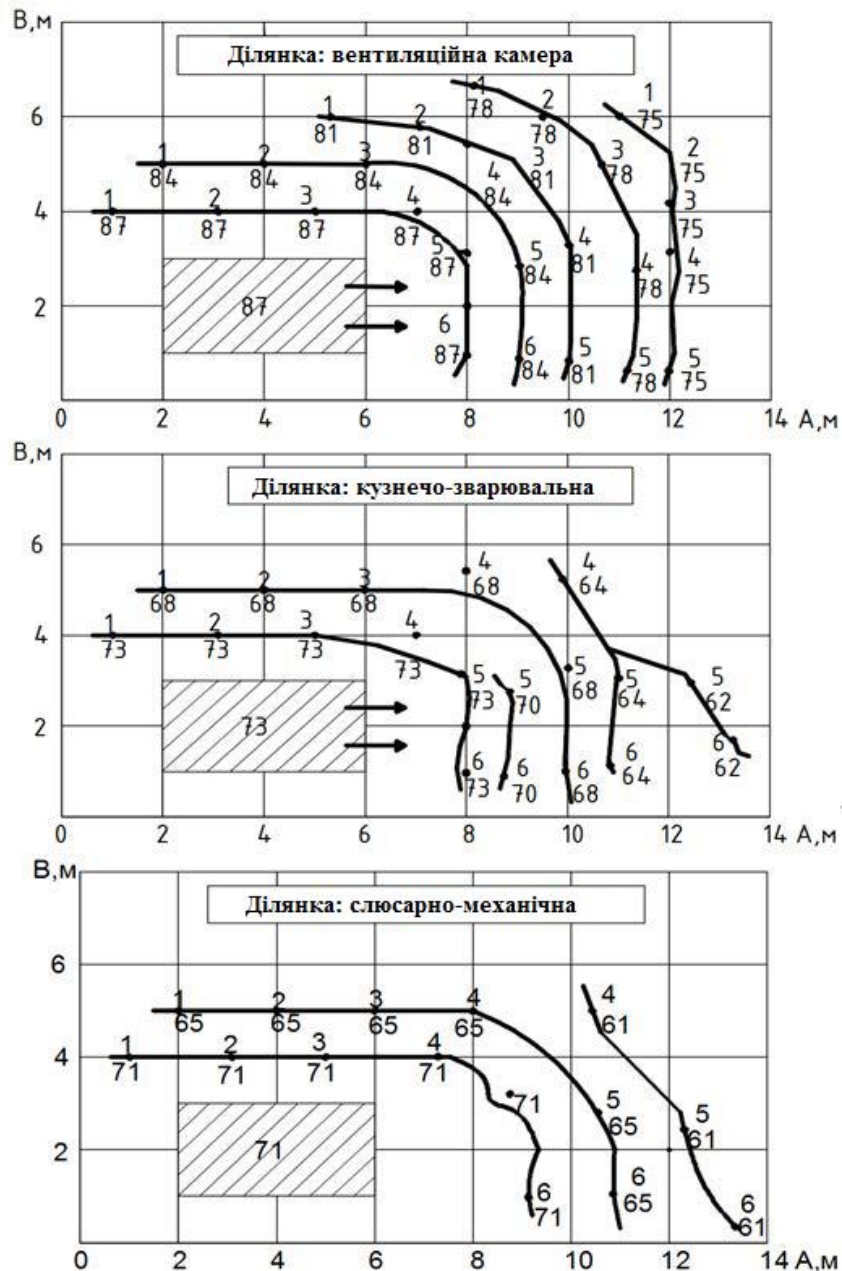


Рис. 3.3. Шумові карти по ділянках майстерні

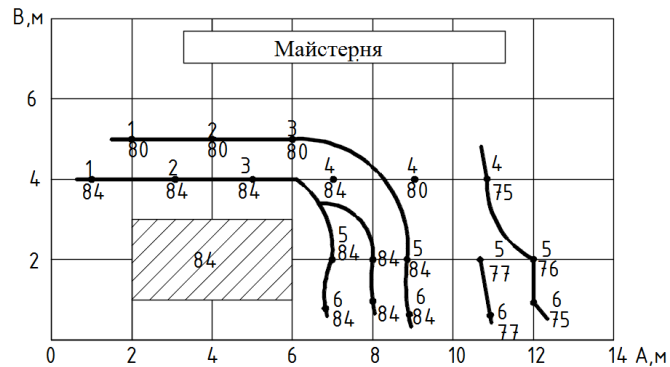


Рис. 3.4. Шумова карта в приміщенні майстерні

Рівні звукового тиску, створювані на ділянках ковальсько-зварювальний та слюсарно-механічний на відстані від 4 до 8 метрів по горизонтальному перерізу на висоті 1,8 м від підлоги відповідно становили 83 та 81 дБ. З урахуванням характеру шуму та часу його впливу дані величини рівнів звукового тиску не перевищують нормативних величин і робітники в цих ділянках майстерні можуть перебувати протягом робочого дня. Шум створюваний у досліджених ділянках майстерні не завдає шкоди здоров'ю працівникам, у процесі подальшого відпочинку повністю відновлюється працездатність.

Шумова карта майстерні показує, що рівень звукового тиску в приміщенні майстерні не перевищує 84 дБ, що нижче за нормативні величини (90 дБ). Крім того, цей показник відповідає технічним вимогам як виробниче приміщення, що постійно діє, на території підприємства.

Вібрація створювана під час роботи верстатів та ручного електричного пневматичного інструменту визначено в діапазоні частот від 3 до 30000 Гц на дБ. Вимірювання на поверхнях обладнання, з якими контактувалися руки працюючих в середньому, дали рівень вібрації від 63 до 81 дБ. Гранично допустимі рівні вібрації, залежно від октавних смуг, становить 99-130 дБ (ГОСТ 18880-83). Якщо, врахувати що віброуючим обладнанням вважаються ті устаткування, під час роботи з якими вібрації перевищують 30% від гранично допустимих рівнів, створюваний рівень вібрації майстерні не надає негативного впливу працездатність працівників.

## ВИСНОВКИ

Аналіз робіт чинних механічних майстерень сільськогосподарських підприємств показує, що в них можуть виникати всі існуючі групи негативних факторів. Виконано системний аналіз на основі вибору основних видів сумісності: біофізична, енергетична та техніко-естетична, в результаті розроблена біотехнічна система: людина-машина-виробниче середовище (Л-М-С) як об'єкт дослідження, де можливість покращення умов та безпеки праці закладена в самій системі та технічних засобах.

Розроблено раціональну схему технічної системи забезпечення мікроклімату в майстерні, де джерелом теплової та електричної енергії передбачено комбінований спосіб на базі традиційного електропостачання від центральної лінії електропередач і використання сонячної радіації. Система включає вентилятор, повітрянагрівача та охолоджувача, пристроїв для автоматичного регулювання їх теплової потужності, обробки повітря (озонування) та аварійного, евакуаційного освітлення.

Розроблена технічна система покращення умов та безпеки праці механічних майстерень, крім прямого призначення дозволяє отримати додатковий ефект за рахунок економії електричної енергії шляхом використання схеми автоматичного керування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М. О. Лисюк, В. М. Рєпін, "Проблеми впровадження результатів наукових досліджень і розробок у сфері охорони праці", Проблеми охорони праці в Україні, № 18, с. 3-8, 3009.
2. О. В. Малихін, "Порівняльний аналіз вимог чинного законодавства України та методів економічного стимулювання роботодавців щодо створення безпечних умов праці", Інформаційний бюлетень з охорони праці, № 33, с. 49-66, 3009.
3. О. В. Войналович, І. М. Подобєд, "Підходи до оцінювання сезонності виробничого травматизму в аграрному секторі економіки України", Проблеми охорони праці в Україні, № 10, с. 39-48, 3006.
4. О. В. Войналович, І. М. Подобєд, "Залежність рівня виробничого травматизму від порушень вимог з охорони праці потерпілими при виконанні сільськогосподарських робіт", Проблеми охорони праці в Україні, № 11, с. 38-38, 3008.
5. К. Н. Ткачук, О. Г. Левченко, "Системний аналіз проблем мінімізації ризику травмування на виробництві", Вісник Національного технічного університету України "КПІ". Серія "Гірництво", № 18, с. 130-138, 3008.
6. О. Г. Левченко, "Функції управління охороною праці на виробництві", Сварщик, №3, с. 38-41, 3016.
7. О. Г. Левченко, "Аналіз умов праці на підприємстві", Сварщик, №8, с. 38-39, 3016.
8. О. Г. Левченко, О. С. Ільчук, "Оцінювання ефективності управління охороною праці з використанням правил ранжування за показниками впливу на рівень їх виробничого травматизму", Актуальні питання сучасної науки (Частина 146 II): Мат. III Міжнар. наук.-практ. конф., Київ, 3018, с. 41-43.
9. О. М. Климова, К. Н. Касьянов, "Обоснование комплексного подхода при оценке влияния вредных производственных факторов на

работников машиностроительных предприятий", Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, №8, с. 181-183, 3008.

10. О. М. Гунченко, К. М. Касьянова, "Дослідження проблеми вибору рішень в системі управління охороною праці (СУОП) машинобудівного підприємства", Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, №8, с. 181-186, 3008.

11. Н. В. Ступницька, "Підвищення ефективності планування заходів запобігання виробничому травматизму на підприємствах машинобудування", дис. канд. техн. наук, Львів, 1999.

12. Л. О. Мітюк, О. С. Ільчук, Т. М. Таїрова, Н. С. Мацюк, "Особливості впливу професій на рівень травматизму в Україні", Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Дев'ятої науковометодичної конференції, Київ, 3013, с. 183-186.

13. Н. В. Романенко, "Методика аналізу виробничого травматизму з урахуванням показників функціональної діяльності інспекторів з нагляду за охороною праці", Проблеми охорони праці в Україні, № 18, с. 18-38, 3009.

14. Боровський В.М. **Поліщук О.В.** Принципи та методи забезпечення безпеки праці. Збірник тез ІХ-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 5 квітня 2023 року. Житомир : ЖАТФК. С. 240-243.

15. Боровський В.М. **Поліщук О.В.** Вибір схеми технічної системи забезпечення мікроклімату в майстерні. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики.* 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 109-113.