

УДК 629.3.014.2.046/048

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ  
В КАБІНАХ ТРАКТОРІВ ТА САМОХІДНОЇ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИк.т.н., проф. Ю.П. Рогач, асп. А.С. Комар  
Таврійський державний агротехнологічний університет

**Постановка проблеми.** Специфічні умови виконання сільськогосподарських робіт та наявність несприятливих чинників створюють ряд негативних явищ для механізаторів у сільському господарстві.

Вдосконалення вітчизняної сільськогосподарської техніки в основному спрямовано на поліпшення техніко-економічних параметрів і мало впливає на санітарно-гігієнічні умови праці.

Несприятливі мікрокліматичні умови сприяють зниженню продуктивності праці на 15-20%, можуть викликати розвиток професійних захворювань, патологічних змін в організмі, є причиною передчасної втрати працездатності, а інколи навіть можуть призвести до інвалідності механізатора. Тому, спрямування потенціалу на поліпшення мікроклімату в кабінах тракторів та самохідної сільськогосподарської техніки (ССТ) є перспективним напрямком нормалізації повітряного середовища на робочому місці працівника.

**Аналіз останніх досліджень.** Створення більш сприятливих умов для високоефективної праці, поліпшення санітарно-гігієнічних умов – це важливі завдання економічного та соціального розвитку країни. У поліпшенні умов праці механізаторів велику роль займає захист робочої зони від шкідливої дії працюючого устаткування і негативних впливів навколишнього середовища.

Поліпшення умов праці механізаторів пов'язане зі створенням сприятливого мікроклімату в кабіні. Аналіз літературних джерел і наукових досліджень показує, що несприятлива дія повітряного середовища на працівника в основному обумовлена недоліками проектування вентиляційно-опалювальних систем, охолоджувачів та кондиціонерів повітря в кабінах: однозначним вибором параметрів; використанням технічних рішень, застосовуваних раніше; відсутністю обліку вимог до робочих місць; компонованням кабін та ін. Серед вчених, які займалися дослідженням мікроклімату в кабінах сільськогосподарської техніки, слід назвати В.А. Михайлова, М.В. Михайлова, В.П. Хохрякова, І.Я. Кокоріна та ін.

**Постановка завдання.** Сьогодні умови праці механізаторів мають наступні недоліки: в цілому морально та фізично застаріли кабіни і устаткування; недотримання та порушення встановлених державних санітарних норм (ДСН) з нормування мікроклімату; недостатня теплоізоляція кабін та ін.

Отже, метою проведення нашого теоретичного дослідження є оцінка впливу параметрів мікроклімату в кабінах тракторів та ССТ на механізатора, обробка отриманої інформації та обґрунтування подальших досліджень умов повітряного середовища.

**Основна частина.** Згідно з ДСН, температура повітря в кабінах тракторів та ССТ в холодний та перехідний період року повинна бути не нижче +14°C та не вище +21°C, при відносній вологості повітря 40-60% та швидкості руху повітря до 0,3 м/с.

У теплий період року температура повітря не повинна перевищувати 28°C при відносній вологості повітря 40-60% та швидкості руху повітря до 0,8 м/с. Допускається перепад температури повітря по вертикалі – не більше 4°C.

При локалізованій подачі повітря на тіло оператора (повітряне душування) дозволяється перевищення температури повітря в кабіні – до 29°C при швидкості повітряного потоку 0,9-1,2 м/с, до 30°C – при швидкості потоку 1,7-2,0 м/с. Температура в центрі душуючого потоку повинна бути нижче за температуру повітря в кабіні не більш як на 5°C.

Температура внутрішніх поверхонь кабін в холодний період року повинна бути не більш як на 3°C нижчою за температуру повітря в кабіні, а в теплий період – не вище +35°C згідно державних санітарних норм [4].

Таблиця 1  
Оптимальні температури комфортного мікроклімату в кабіні [6]

Оптимальна температура в кабіні, °С	Зона контролю параметра на рівні частин тіла людини	Температура навколишнього повітря, °С	
		<+10	>+10
Повітря	Голови	+15 (+10)	+25 (+28)
	Попереку	+17 (+12)	+26 (+29)
	Ніг	+19 (+13)	+28 (+30)
Внутрішніх поверхонь огорожень	Голови	+10 (+5)	+28 (+33)
	Ніг	+15 (+10)	+33 (+35)

**Примітка:** В дужках дані значення оптимальних температур відповідно при зниженні температури зовнішнього повітря до -40°C або при її підвищенні до +40°C

Кількість тепла, що надходить в кабіну, складається з тепловиділень всередині кабін (механізатором та працюючими механізмами) і надходження тепла ззовні (від двигуна, трансмісії, зовнішнього повітря, сонячної радіації).

Нехтуючи, через незначимість, тепловиділеннями механізмів всередині кабін, рівняння її теплового балансу можна виразити [1]:

$$c_p G_0 (t_k - t_0) = Q_{нар} + Q_{рад} + Q_{огр} + Q_{лв} + Q_{гр} + Q_{люд}$$

де  $c_p$  – теплосмість повітря при атмосферному тиску, кДж/(кг·К) (ккал/кг·град);

$G_0$  – кількість припливного повітря, кг/год;

$Q_{нар}$ ,  $Q_{рад}$ ,  $Q_{огр}$ ,  $Q_{лв}$ ,  $Q_{гр}$ ,  $Q_{люд}$  – надходження тепла відповідно від зовнішнього повітря через огороження, від сонячної радіації через скло, від огорожень, нагрітих сонцем, від двигуна, від трансмісії, від водія, Вт (ккал/год);

$t_k$ ,  $t_0$  – температура повітря на робочому місці оператора та припливного відповідно, °С.

У свою чергу [1]:

$$t_k = t_k(v_n, \beta, \lambda, a, v, t_{нр}, t_0, q, \lambda_1, l, F, G_{нр}, G_0, G_{люд})$$

де  $v_n$  – швидкість руху повітря щодо поверхні кабін, м/с;

$\beta$  – температурний коефіцієнт об'ємного розширення повітря,  $K^{-1}$  (1/град);  
 $\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності повітря,  $Вт/(м \cdot K)$  (ккал/ч·м·град);  
 $a$  – коефіцієнт температуропровідності повітря,  $м^2/год$ ;  
 $\nu$  – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря,  $м^2/с$ ;  
 $t_{в}, t_{пр}$  – температура зовнішнього повітря та прошарку,  $K$  ( $^{\circ}C$ );  
 $q$  – сумарний питомий тепловий потік сонячної радіації,  $Вт/м^2$  (ккал/год· $м^2$ );  
 $\lambda_{г}$  – теплопровідність елемента огороження,  $Вт/(м \cdot K)$  (ккал/год·м·град);  
 $l, F$  – геометричні параметри поверхонь кабіни,  $м, м^2$ ;  
 $G_{пр}$  – витрата повітря в прошарку,  $кг/год$ .

Отже, всі ці складові здійснюють безпосередній вплив на тепловий баланс в кабіні тракторів та ССТ.

Одним з характерних режимів роботи трактора є робота на малих швидкостях від 0,5 до 5 км/год при виконанні важких та від 5 до 8 км/год при виконанні менш енергозатратних сільськогосподарських робіт. Ці режими відрізняються досить тривалим періодом постійної орієнтації кабіни трактора щодо сонця. З урахуванням малої теплової інерції елементів огороження, при значній площі скляної поверхні сучасної кабіни, її тепловий стан стає стаціонарним (тобто тим, що встановився) [2].

Сучасна сільськогосподарська техніка використовується цілий рік практично у всіх ґрунтово-кліматичних зонах країни при температурах від +40 до –30 $^{\circ}C$  та більш низьких. Природно, без належного захисту металева кабіна може стати потужним джерелом тепла або холоду [5].

Трактори та ССТ експлуатують у різних районах обробки земель, де параметри повітряного середовища можуть змінюватись не лише на протязі усього періоду роботи, а навіть на протязі одного робочого дня.

Одним з основних параметрів мікроклімату є температура повітря в кабіні. Згідно наукових досліджень, описаних в працях Михайлова В.А., у холодний період року в кабіні трактора, яка не обладнана системою опалення, температура повітря всього на 2...3 $^{\circ}C$  вище зовнішньої, а температура внутрішніх поверхонь кабіни приблизно дорівнює температурі зовнішнього повітря. Єдиним джерелом тепла в такій кабіні залишається механізатор.

У період літніх польових робіт температура повітря в кабінах, обладнаних для нормалізації мікроклімату лише вентиляцією без застосування засобів теплового захисту, може перевищувати зовнішню на 8-19 $^{\circ}C$ , а температура поверхонь досягати 40-53 $^{\circ}C$ . Час роботи в умовах теплового дискомфорту в найбільш жаркий період дорівнює 6-7 год. за робочий день. Більшу частину робочого часу механізатори для зниження температури повітря в кабінах змушені відкривати вікна і двері, а це збільшує запиленість повітря [5].

У теплий період року, при підвищенні температури повітря, в кабіні до 28...32 $^{\circ}C$  продуктивність механізатора знижується на 25...55% в результаті чого ефективність роботи зменшується. Велике значення для формування рів-

ня температури повітря в кабінах тракторів та ССТ має герметизація (50...54% всіх тепловтрат) і термоізоляція (якість використовуваних теплоізоляційних матеріалів).

Численними експериментальними дослідженнями встановлений негативний вплив несприятливих мікрокліматичних умов на продуктивність праці людини. Тривалий вплив несприятливої дії параметрів мікроклімату на механізатора нерідко стає причиною різних захворювань, в тому числі і простудних (міозит м'язів, поперековий остеохондроз та ін.), що призводять до передчасної втрати працездатності, а інколи навіть до інвалідності.

Не менш важливим параметром повітряного середовища в кабіні тракторів та ССТ є вологість повітря, яка впливає на терморегуляцію організму механізатора. Підвищена вологість затрудняє терморегуляцію, через зниження випаровування поту, в результаті чого погіршується концентрація та якість виконання сільськогосподарських робіт.

В атмосферному повітрі завжди міститься певна кількість вологи у вигляді водяної пари. При цьому кожному значенню температури повітря відповідає її максимальний вміст. З підвищенням температури повітря він відповідно зростає. При збільшенні вмісту водяної пари у повітрі (при певних значеннях температури) до свого максимального рівня, повітря вважається насиченим. Нормальне теплове самопочуття (комфортні умови), що відповідає нормальній роботі механізатора, забезпечується при дотриманні теплового балансу. Ця здатність підтримувати постійну температуру, при виконанні робіт, зі зміною інших параметрів мікроклімату і називається терморегуляцією.

Шкідливу дію високої температури на робочому місці механізатора можна усунути, створивши посилений рух повітря. Рух повітря сприяє посиленню тепловіддачі організмом працівника, шляхом конвекції, випромінювання та створенню умов, для випаровування вологи з поверхні слизових оболонок та шкірного покриву.

Швидкість руху повітря діє одночасно термічно і механічно (при певній швидкості потоку). Людина починає відчувати швидкість потоку повітря більше 1 м/с, але іноді й при нижчих показниках, які достатні для нормалізації функцій організму. Дослідженнями встановлено, що для забезпечення комфортних умов праці, швидкість повітряного потоку (що обдуває працюючого) взимку, повинна бути в межах 0,3-0,5 м/с, а влітку – 0,5-1 м/с [3]. Отже, регульований рух повітря в кабінах тракторів та ССТ також сприяє створенню комфортних умов для механізатора.

**Висновки.** Несприятливі мікрокліматичні умови є причиною погіршення продуктивності праці механізатора та ефективної експлуатації сільськогосподарської техніки в цілому, тому поліпшення основних параметрів повітряного середовища, зокрема в кабінах тракторів та ССТ, має величезне соціально-економічне значення.

Особливості теплообміну між організмом механізатора, кабіною та на-

вколишнім середовищем, припускає використання різноманітних систем і засобів нормалізації мікроклімату відповідно до державних санітарних норм [4]. Нажаль існуючі системи і засоби забезпечення комфортних параметрів мікроклімату в кабінах тракторів та ССТ відсутні або не працюють (у застарілій сільськогосподарській техніці), або не здатні створити комфортні умови повітряного середовища для роботи механізаторів (в новій вітчизняній техніці). З недоліків необхідно відзначити відсутність можливості плавного регулювання температури повітря в кабіні, а також великий перепад температури в кабіні по висоті (до 10°) [5].

У зв'язку із цим, необхідно розробляти нові комбіновані системи забезпечення мікроклімату в кабінах тракторів та ССТ, з автоматичним регулюванням усіх температурно-вологісних параметрів, що вимагає більш детального дослідження процесу формування термокомфорту оператора. Особливості теплообміну у малому замкнутому обсязі кабіни, вимагають обґрунтування основних критеріїв для оцінки комфорту механізатора.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Исследование на ЭЦВМ температурного режима кабины промышленного трактора / Емяшева А.А., Карноз Г.В., Михайлов В.А., Перельцвайг И. М. – Труды НАТИ : Улучшение условий труда тракториста, за редакцией И. А. Пушенко, 1980. – С. 10-16.
2. Михайлов М.В. Микроклимат в кабинах мобильных машин / М.В. Михайлов, С.В. Гусева. – М. : Машиностроение, 1977
3. Михайлов М.В. Новые методы расчета комфортных условий микроклимата в кабине. // Сельскохозяйственные машины и орудия. Обзорная информация – Вып. 14 / М.В. Михайлов. – М. : ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1982
4. Санітарні правила по обладнанню та влаштуванню тракторів і сільськогосподарських машин. Державні санітарні правила. : ДСН 3.3.2.041-99. – [Чинний від 01.12.1999]. – К. : / Міністерство охорони здоров'я (МОЗ), 1999. – 21 с.
5. Условия труда трактористов-машинистов и их состояние здоровья [Электронный ресурс] / Все что пожелает душа землевладельца. – 25.08.2011, – Режим доступа к статье : <http://www.techagro.ru/techagro.ru/tech/3.asp.htm>
6. Хохряков, В. П. Вентиляция, отопление и обеспыливание воздуха в кабинах автомобилей / В. П. Хохряков. – М. : Машиностроение, 1987. – 152 с.