

# ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

УДК 631.3:614.712.001

## ЗАСОБИ НОРМАЛІЗАЦІЇ МІКРОКЛІМАТУ В КАБІНАХ ТРАКТОРІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОМФОРТНИХ УМОВ ПРАЦІ ОПЕРАТОРІВ В РІЗНІ ПОРИ РОКУ

**О. О. Василенко**, к.т.н., доцент, Сумський національний аграрний університет

**А. О. Геліх**, аспірантка, Харківського державного університету харчування та торгівлі

*Встановлено вплив параметрів мікрокліматичних умов в кабіні оператора на стан здоров'я та продуктивність праці, проведений аналіз чинних нормативних документів з цього питання і проведені експериментальні дослідження мікроклімату в кабінах тракторів сучасних моделей в умовах агрофірми «Вікторія» с. Віри Білопільського району Сумської області. Зроблені висновки, щодо ефективності використання випарних кондиціонерів в літній період і опалювачів в осінній період, які дозволяють підтримувати температуру повітря в кабінах тракторів на рівні діючих стандартів і сприяють збереженню нормального функціонування і теплового стану організму оператора, а також створюють умови для високого рівня працездатності і зменшенню професійних захворювань.*

**Ключові слова:** мікроклімат (метеорологічні умови), оптимальні умови, допустимі умови, випарні кондиціонери, опалювачі, трактор, кабіна, оператор.

**Постановка проблеми.** Серед чинників навколишнього середовища, що впливають на організм людини під час виконання сільськогосподарських робіт, дуже важливими є метеорологічні (мікрокліматичні) умови, тобто температура, вологість і швидкість руху повітря, а також теплове випромінювання. В умовах польових робіт в весняно - осінній період в наслідок впливу зовнішніх погодних умов в кабіні тракторів створюються особливі умови мікроклімату, які впливають на продуктивність праці операторів і приводять до виникнення професійних захворювань.

**Виклад основного матеріалу.** Відносно метеорологічних умов, до яких організм людини виробив у процесі філогенезу ряд складних пристосованих механізмів, що забезпечують нормальну життєдіяльність в широких межах коливання температури навколишнього середовища, важливо регламентувати оптимальні та допустимі рівні.

Розроблені норми мікроклімату мають законодавчий характер і входять до чинних санітарних норм. Ці документи ґрунтуються на прийнятих положеннях, які чітко формулюють підходи до нормування мікроклімату. Так, у стандарті зазначається, що в робочій зоні повинні забезпечуватися температура та вологість повітря, відповідні оптимальним або допустимим мікрокліматичним умовам. Під **оптимальними мікрокліматичними умовами** розуміють поєднання температури, вологості та рухливості повітря, які при тривалій і систематичній дії на людину забезпечують збереження нормального функціонального і теплового стану організму, а також створюють передумови для високого рівня працездатності. **Допустимі мікрокліматичні умови** - це поєднання параметрів температури, вологості та рухливості повітря, які при тривалій систематичній дії на людину можуть викликати зміни функціонального і теплового стану органі-

зму і напругу терморегуляції, що не виходить за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому не виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття і зниження працездатності.

Проте специфічні особливості теплообміну людини з навколишнім середовищем характерні для приміщень малих об'ємів не дозволяють повністю використовувати нормативи мікроклімату виробничих приміщень для кабін тракторів і сільськогосподарських машин, що призводить до виникнення професійних захворювань. Нами досліджено таку важливу обставину: оператор періодично виходить з кабіни, зазнаючи дії різних мікрокліматичних умов. За багатьма даними, при проведенні різних видів робіт оператори перебувають 70 - 95% часу в кабіні (при тривалості робочої зміни 8 - 10 год). Одиначні виходи з кабіни можуть бути різної тривалості, при цьому оператори звичайно не змінюють одяг, що збільшує дію перепадів температур і виникненню захворювань дихальних шляхів та опорно-рухової системи.

На підставі загальних гігієнічних принципів нормування мікроклімату виробничих приміщень та обліку специфічних особливостей теплообміну в приміщеннях малих об'ємів розроблені норми мікроклімату, внесені до відповідних санітарних правил і ГОСТ «Машини сільськогосподарські самохідні. Робоче місце оператора. Технічні вимоги». У цьому стандарті зазначається, що санітарно-технічні засоби та конструктивні рішення повинні забезпечувати підтримку в кабіні рівномірної температури повітря, що не перевищує в літній період 28 °С при відносній вологості нижче 60%; при вологості повітря більше ніж 60% температура повітря в кабіні повинна бути не вищою за 26 °С. Для холодного періоду температура повітря повинна підтримуватися на рівні не ниж-

че ніж 15 °С при забезпеченні можливості роботи механізатора в кабіні у теплому одязі та взутті. Для південних районів" з середньою температурою + 25 °С і вище, враховуючи кліматичну адаптацію, допускається температура повітря в кабіні до + 31 °С. Рухливість повітря в кабіні створюється за допомогою вентилятора. Особливо важливе його використання при температурі 25 - 31 °С. Так, при температурі 26,1 - 28 °С рекомендується рухливість повітря від 0,3 до 1,2 м/с, при температурі 28,1 - 30 °С - від 1,5 до 1,7 м/с і при температурі 30,1 - 31 °С - від 1,9 до 2,2 м/с.

Подачу повітря слід здійснювати потоком зверху спереду в зону дихання оператора. Зазначається, що система охолодження та рухливості повітря повинна бути обладнана пристосуваннями автоматичного і ручного регулювання відповідно до індивідуальних особливостей операторів. Різниця між температурою повітря і поверхнею кабіни не повинна перевищувати 2 - 3 °С.

Тому дослідження параметрів мікроклімату і постійне контролювання дозволить регулювати тепловий баланс людини і зменшити ризик виникнення професійних захворювань. Таким чином, у стандарті наведені нормативи мікроклімату в кабінах і засобів їх забезпечення.

**Результати експериментальних досліджень.** Нами розглянуті питання теплового захисту кабіни операторів умовах агрофірми «Вікторія» с.Віри, Білопільського району Сумської області в весняно - осінній період. Кабіна захищає механізатора від впливу зовнішнього середовища і дозволяє створити мікрокліматичні умови, параметри яких залежать від герметичності кабіни, її теплоізоляції, заклення, наявності системи опалення і кондиціонування повітря. Сучасні трактори використовують в весняно – осінній період при температурах від +40°С до -10°С. Природно, без належного захисту металічна кабіна може стати потужним джерелом тепла чи холоду.

Основними джерелами тепла в кабінах є: сонячна радіація (70 - 80%), двигун (8 - 15%), механізатор (10 - 15%), трансмісія та інші вузли (3 - 8%).

У теплий період року в кабінах без теплового захисту температура повітря може досягати +50 °С і більше. Штучна вентиляція дозволяє знизити температуру повітря всього на 1 - 2 °С і за певних умов може сприяти підвищенню запиленості зони дихання механізатора.

Нами встановлено, що під час літніх польових робіт температура повітря в кабінах, обладнаних для нормалізації мікроклімату лише вентиляцією без застосування засобів теплового захисту, може перевищувати зовнішню на 8 - 19 °С, а температура поверхонь досягати +40 - +53 °С. Тривалість роботи в умовах теплового дискомфорту в найбільш жаркий період дорівнює 6 - 7 год за робочий день. Протягом сезону польових робіт дискомфортні мікрокліматичні умови на робочих місцях таких тракторів становлять: на весняних польових роботах 5 - 12% робочого часу, на літніх - на 53 - 76% і на осінніх - 12 - 22%. Для зниження температури повітря в кабінах механізатори змушені відкривати вікна й двері, що збільшує запиленість повітря і приводить до запалення органів дихання, алергії та професійних захворювань.

На тракторах, які використовує агрофірма «Вікторія» сьогодні, застосовують комплекс засобів теплового захисту робочого місця механізатора. Поверхні кабін фарбують у світлі кольори, екранують і теплоізолюють мікропористими речовинами, мастиками, картоном, що зменшує вплив сонячної радіації. Для захисту від тепла, яке виділяє двигун і трансмісія, кабіни вкривають рифленим гумовим килимком із підкладкою з малотеплопровідного матеріалу. Кабіни обладнують випарними кондиціонерами (табл. 1.1), а замість звичайного скла застосовують тоноване, яке затримує частину теплового спектра сонячної радіації (табл. 1.2).

**Таблиця 1.1.** Залежність мікрокліматичних умов у кабінах тракторів, обладнаних випарними кондиціонерами, від метеорологічних факторів

Трактор	Метеорологічні умови			Кабіна закрита, кондиціонер включений		
	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Т – 150 К	28,3	42	2,1	27,2	62	1,2
ДТ – 75 С	29,2	36	1,5	28,1	56	1,0
МТЗ – 80	28,0	36	2,3	32,2	44	2,0
Т -70 С	28,0	41	1,2	29,8	60	1,0

**Таблиця 1.2.** Нагрівання поверхні кабін тракторів (при температурі зовнішнього повітря 26 – 26 °С)

Трактор	Температура, °С				
	підлоги	стелі	передньої стінки	щитка приладів	дверей
МТЗ – 80	52,4	38,7	41,2	40,2	37,7
Т – 150 К	53,1	35,2	54,3	35,1	36,2
Т -70 С	36,2	36,3	39,1	40,0	36,3
ДТ – 75 С	39,2	37,5	44,0	41,4	39,5
К - 701	38,4	34,5	54,0	42,6	35,3
ЮМЗ – 6Л	51,3	35,6	42,4	41,2	36,2

Нами досліджено залежність умов мікроклімату в закритих кабінах, так як моделі тракторів з відкритими кабінами на данному підприємстві відсутні. Більш досконалим щодо теплозахисту робочого місця є комплекс технічних засобів трактора Т - 150. Кабіна його теплоізолювана і герметизована. Потужний випарний кондиціонер подає у неї до 600 м<sup>3</sup>/год очищеного і охолодженого повітря. Це дозволяє створювати надлишковий тиск, який на 19,6 - 29,4 Па (2 - 3 мм рт. ст.) перевищує зовнішній, що виключає можливість потрапляння пилу та газів з підкапотного простору в кабінку. Трактори МТЗ - 80 і МТЗ - 82 також обладнані компактними випарними кондиціонерами, потужність яких порівняно невисока (до 200 м<sup>3</sup>/год). Через недостатню герметичність та теплоізоляцію підлоги кабіни мікрокліматичні умови на робочому місці цих машин залежать від метеорологічних умов. Лише за температури зовнішнього повітря не вище ніж 24 - 25 °С можливе підтримання параметрів мікроклімату в кабінах у межах гігієнічних норм. Кабіни тракторів МТЗ - 80, МТЗ - 82 та ЮМЗ – 6Л обладнані пристроями для ефективною природною вентиляції через люк у даху і заднє вікно, однак вона не раціональна, оскільки потік повітря потрапляє на плечовий пояс і спину механізатора, що дає можливість виникненню хвороб опорно - рухового апарату, артриту, запаленню легень та інших. Випарні кондиціонери тракторів Т - 70С також малопотужні, але мають гарну герметичність та теплоізоляцію кабіни, особливо підлоги і передньої стінки. Вони дозволяють підтримувати мікроклімат на робочому місці механізатора в межах гігієнічних нормативів до температури зовнішнього повітря 25 - 26 °С. Позитивним конструкційним елементом кабіни трактора Т - 70С є встановлення переднього скла з негативним кутот нахилу, що зменшує теплоприплив сонячної радіації.

Поєднання герметичності кабіни, її теплозахисних властивостей і потужності випарного кондиціонера на тракторі ДТ - 75С дозволяє підтримувати температуру повітря на робочому місці в оптимальних межах навіть при температурі зовнішнього повітря вище 28 °С, при цьому температура основних елементів кабіни не перевищує 36 °С.

Подача повітря в кабінку на тракторах різниться за способами, але в основному здійснюється через патрубки у верхній частині кабіни, що не забезпечує рівномірності та може призводити до охолодження відкритих частин тіла. Найбільш прийнятний спосіб подачі повітря через перфоровані отвори панелей кабіни, він з успіхом застосовується на деяких машинах.

Досвід використання випарних кондиціоне-

рів показує, що вони ефективні в районах із помірним та сухим жарким кліматом. Їх можливості щодо нормалізації параметрів мікроклімату в кабінах хоча й обмежені, однак навіть в екстремальних умовах дозволяють знижувати температуру повітря на 2 - 3 °С. У результаті застосування таких випаровувачів вдається нормалізувати температуру повітря в кабінах тракторів при зовнішній температурі до +30 °С або наблизити її до норми при більш високій температурі.

Для обігрівання в осінній період всі трактори обладнують спеціальними опалювачами або як опалювачі використовують випарні кондиціонери. Завдяки потужним джерелам теплоти і простоті конструкції опалювачів нормалізація температури повітря в холодний період у кабінах тракторів не викликає особливих затрат і утруднень. Найчастіше використовують теплоту двигуна, воду із системи охолодження чи вихлопні гази.

Простому опалювачу, встановленому на тракторах Т - 74, ДТ - 75 і К - 701, де використовується теплота від радіатора водяного охолодження двигуна, властиві суттєві недоліки. Він малоефективний при низьких температурах, вихлопні гази можуть потрапляти в кабінку, особливо при зачохлінні двигуна.

Застосування спеціальних теплообмінників на тракторах Т - 150 і МТЗ - 80, де теплоносієм є вода із системи охолодження, найбільш раціональне. Ця конструкція не лише виключає надходження вихлопних газів у зону дихання, але й не погіршує якість повітря, яке подається в кабінку, оскільки температура теплообмінника ніколи не перевищує 100 °С.

Опалювачі дозволяють підтримувати температуру повітря в кабінах на рівні 14 - 20 °С при температурі зовнішнього повітря до +20 °С. Недоліками їх конструкції є відсутність плавного регулювання температури повітря в кабіні, а також великий перепад температури по висоті (до 10 °С), оскільки тепле повітря подається у верхню частину кабіни.

**Висновки.** Для профілактики виробничого травматизму і зменшення професійних захворювань в кабінах тракторів на агрофірмі «Вікторія» необхідно контролювати дотримання нормативів мікроклімату відповідно до ГОСТу «Машини сільськогосподарські самохідні. Робоче місце оператора. Технічні вимоги». Нами встановлено, що основними технічними засобами, якими можна контролювати мікроклімат операторів у весняно - осінній період, є випарні кондиціонери влітку та опалювачі взимку, що встановлені на всіх проаналізованих нами моделях тракторів.

#### **Список використаної літератури:**

1. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции / В.Н. Талиев. - М : Стройиздат 1979. – 295 с. Научно-технический журнал ТДАТУ Выпуск 3, Том 1 39

2. Повх И.Л. Аэродинамический эксперимент в машиностроении / И.Л. Повх.- Л: Машиностроение, 1974. – 480 с.
3. Титов Л.В. Исследование влияния выравнивания скоростей всасывания на эффективность противопоточного ротационного пылеуловителя транспортных систем кондиционирования воздуха: автореф. дис... канд. тех. наук / Л.В. Титов. - М., 1981. - 10 с.
4. Пат.№ 40794 Україна, МПК D01D54/14. Протипотоковий ротаційний тепловіддільник / Ю.П. Рогач, І.М. Мохнатко (Україна).- №2000031542; заявл. 20.03.2000; опубл. 15.08. 2001, Бюл №7.
5. ГОСТ «Машины сельськогосподарські самохідні. Робоче місце оператора. Технічні вимоги».
6. Діденко Н. К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: «Вища школа», 1977. – 392 с.
7. Руденко В. А., Саєнко А. В. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення машинно-тракторних агрегатів// Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2014. - № 11 (26). – С. 79 – 82.

**Василенко О.А., Гелих А.А. Средства нормализации микроклимата в кабинах тракторов для создания комфортных условий труда операторов в разное время года**

*Установлено влияние параметров микроклиматических условий в кабине оператора на состояние здоровья и производительность труда, проведен анализ действующих нормативных документов по этому вопросу и проведены экспериментальные исследования микроклимата в кабинах тракторов современных моделей в условиях агрофирмы «Виктория» с. Веры Белопольского района Сумской области. Сделанные выводы относительно эффективности использования испарительных кондиционеров в летний период и отопителей в осенний период, которые позволяют поддерживать температуру воздуха в кабинах тракторов на уровне действующих стандартов и способствуют сохранению нормального функционирования и теплового состояния организма оператора, а также создают условия для высокого уровня работоспособности и уменьшению профессиональных заболеваний.*

**Ключевые слова:** микроклимат (метеорологични условия), оптимальные условия, допустимые условия, испарительные кондиционеры, отопители, трактор, кабина, оператор.

**Vasilenko O., Gelikh A. Means for normalization of microclimate in tractor cabin to create comfortable conditions of operators in different seasons**

*The influence of parameters of micro-climatic conditions in the operator's cabin on the state of health and productivity, an analysis of the existing regulations on the subject and conducted experimental studies of microclimate in tractor cabs modern models in terms of agricultural company "Victoria" s. Faith Belopolsky district of Sumy region. Conclusions regarding the efficiency of evaporative air conditioners in the summer and heaters in the autumn, which allows for temperature in the tractor cabin at operating standards and contribute to the preservation of normal operation and thermal state of the body of the operator, and create conditions for a high level of efficiency and reduction occupational diseases.*

*For the prevention of workplace injuries and occupational diseases reduction in tractor cab on agricultural firm "Victoria" is necessary to monitor compliance with norms of microclimate according to GOST "self-propelled agricultural machines. Workplace operator. Specifications ". We found that the main technical means that can control the climate operators in the spring - autumn is evaporating air conditioning in summer and heaters in winter, installed on all analyzed our model tractors.*

**Keywords:** climate (meterolohichni conditions), optimal conditions acceptable conditions, evaporative air conditioners, heaters, tractor, cab operator.

Дата надходження до редакції: 04.03.2016

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Кузема О.С.

УДК 330.15

**МЕТОДИ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНОГО БАЛАНСУ ТЕРИТОРІЙ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ВИРОБНИЦТВА**

**И. В. Верещака**, ст. викладач, Сумський національний аграрний університет

*В роботі запропонована математична модель раціонального водокористування в агропромисловому комплексі. Проводиться розрахунок показників господарської діяльності агропідприємств у межах сформованої структури сільськогосподарського виробництва водогосподарського комплексу. Здійснюється найбільш загальна оцінка об'єкта водокористування на основі методів оптимізації, коли цільовою функцією є максимальний дохід агропідприємств при виконанні оптимального плану виробництва конкретних видів продукції і послуг на розрахунковий період. Створена динамі-*