

6. Попкович, Г.С. Система аэрации сточных вод / Г.С. Попкович, Б.Н. Репин. – М.: Стройиздат, 1986. – 133 с.

7. Андреев, Е.И. Основы естественной энергетики / Е.И. Андреев. – СПб: Невская жемчужина, 2004. – 592 с.

8. Краснов, В.Г. Свободнопоточные гидросило-вые установки / В.Г. Краснов // Инновации и инвести-ции. – Москва, 2015. – № 3. – С. 128-130.

9. Милович, А.Я. Вихревая теория направляюще-го аппарата и камеры турбины / А.Я. Милович. – М.: Типография Русского Товарищества, 1912. – 62 с.

10. Артемьева, Т.В. Гидравлика, гидромашин и гидропневмопривод / Т.В. Артемьева, Т.М. Лысенко, А.Н. Румянцева, С.П. Стесин. – 2-е изд. – М.: Акаде-мия, 2006. – 336 с.

11. Матвеев, А.Н. Механика и теория относи-тельности: учеб. для студентов вузов / А.Н. Матвеев.

– 3-е изд. – М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2003. – 432 с., ил.

12. Караева, Ю.В. Оценка динамической вязко-сти субстратов, используемых для получения биогаза / Ю.В. Караева, И.А. Трахунова // Технические науки – от теории к практике: материалы XXV междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2013. – № 8 (21). – С. 84-90.

13. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты хи-мической технологии / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. – М.: Химия, 1967. – 848 с.

14. Швед, И.М. Определение параметров сопла ко-жуха миксера для перемешивания навоза / И.М. Швед // Агропанорама. – Минск, 2021. – № 2 (144). – С. 10-13.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.09.2021

УДК 331.451

## АНАЛИЗ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ТРУДА В КАБИНАХ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В КАБИНЕ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 82.1»

**А.А. Пинчук,**

*аспирант каф. управления охраной труда БГАТУ*

**Г.И. Белохвостов,**

*доцент каф. управления охраной труда БГАТУ, канд. техн. наук*

**В.Г. Андруш,**

*зав. каф. управления охраной труда БГАТУ, канд. техн. наук*

*В статье рассматривается влияние микроклиматических условий на организм оператора мобильной сельскохозяйственной техники в процессе его трудовой деятельности. Проанализированы параметры микроклимата, в частности, температура и скорость движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1» согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора.*

*Ключевые слова: охрана труда, микроклимат, температура, скорость воздуха, оператор мобильной сельскохозяйственной техники, кабина, тепловой баланс.*

*The article examines the influence of microclimatic conditions on the organism of an operator of mobile agricultural machinery in the process of his labor activity. The microclimate parameters are analyzed, in particular, the temperature and air velocity in the «BELARUS 82.1» tractor cab according to the method for determining the characteristics of heating systems and microclimate at the operator's workplace.*

*Key words: labor protection, microclimate, temperature, air speed, operator of mobile agricultural machinery, cabin, heat balance.*

### Введение

Технический прогресс в любой отрасли экономики приводит к возрастанию роли «человеческого фактора» в управлении техническим средством, которое уже нельзя рассматривать изолированно от оператора.

Обеспечение нормальных микроклиматических условий на рабочем месте является необходимым критерием эффективной производственной деятельности

работника в процессе его трудовой деятельности. При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием предупреждения заболеваний и высокой производительности труда.

С развитием науки и техники достигнуты определенные успехи в вопросах создания искусственного микроклимата. Для обеспечения благоприятного мик-

роклимата в кабине мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) решаются задачи более узкого круга. Они по-своему актуальны и должны обеспечивать комфортные условия труда оператора при постоянно меняющихся режимах работы технического средства, а также в различное время дня и периоды года.

Теплотехнические свойства кабин, эффективность средств тепловой защиты, вентиляция, отопление и кондиционирование воздуха требуют экспериментальных исследований, а также совершенствования расчетных методов [1].

Целью данной работы является анализ параметров микроклимата, в частности, температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора БЕЛАРУС 82.1 согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора [2].

### Основная часть

Анализом климатических условий и средствами нормализации микроклимата в транспортных средствах занимались многие отечественные и зарубежные ученые: Борулько В.Г., Михайлов В.А., Мисун Л.В., Шкрабак В.В., Голдобина Л.А., Шаврова А.В., Голубева Ю.В. [3], Куликов Ю.А., Тарасенко С.Е. [4] и др.

Микроклимат в кабине трактора зависит от особенностей систем отопления, вентиляции, а также ряда конструктивных параметров самой МСХТ (герметичность кабины, расположение двигателя, его теплоизоляция, теплоемкость и теплопроводность материалов, степень остекления кабины). В теплообмене воздуха на рабочем месте оператора МСХТ при нагревающем микроклимате участвуют также потоки инфракрасного излучения от оборудования и ограждений кабины [5].

Европейские производители для определения оптимальных показателей микроклимата салона транспорта используют стандарты по вопросам эргономики тепловой внешней среды. Для нормирования используют следующие показатели: температуру воздуха, среднюю температуру излучения, скорость перемещения воздуха, теплоизоляцию одежды, выделения метаболического тепла, терморегуляцию организма, теплопередачу, уравнение теплового баланса и др.

Работа тракториста-машиниста в зависимости от интенсивности общих энергозатрат организма относится к категории работ IIа. При выполнении работ операторского типа с высоким уровнем ответственности за конечный результат деятельности, связанных с нервно-эмоциональным напряжением, должны соблюдаться оптимальные значения показателей микроклимата: в холодный период года температура воздуха должна составлять 19-21 °С, а температура поверхностей – 18-22 °С; в теплый период года – 20-22 °С, температура поверхностей – 19-23 °С при относительной влажности и скорости движения воздуха 60-40 % и 0,2 м/с соответственно [6].

Перепады температуры воздуха по вертикали и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных значений показателей микроклимата на рабочих ме-

стах не должны превышать 2 °С и выходить за пределы допустимых значений показателей микроклимата. На рабочих местах они составляют:

- перепад температуры воздуха по вертикали не должен превышать 3 °С;

- перепад температуры воздуха по горизонтали для категории работ IIа не должен превышать 5 °С.

Система кондиционирования воздуха должна обеспечивать снижение температуры на рабочем месте оператора до зоны комфорта или не менее чем на 11 °С ниже температуры окружающей среды в интервале температур от 38 °С до наибольшего значения температуры окружающей среды, при которой машина предназначена для эксплуатации. Система отопления должна обеспечивать повышение температуры на рабочем месте оператора до зоны комфорта или не менее чем на 36 °С выше температуры окружающей среды в интервале температур от нижнего значения температуры окружающей среды, при которой машина предназначена для эксплуатации до минус 12 °С [7].

Согласно методике определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора по ГОСТ 12.2.002.5-91 [2], были проведены исследования параметров микроклимата, в частности, температуры и скорости движения воздуха в кабине мобильной сельскохозяйственной техники. Выполнялись следующие требования:

- перед проведением испытаний трактор проработал под нагрузкой свыше двух часов;

- система нормализации микроклимата работала с наибольшей производительностью в режиме, соответствующем периоду года в момент испытаний;

- двери, окна, люки кабины были плотно закрыты.

Оценочные измерения проводились в точках 1...7 (рис. 1) при таком значении температуры воздуха в ка-

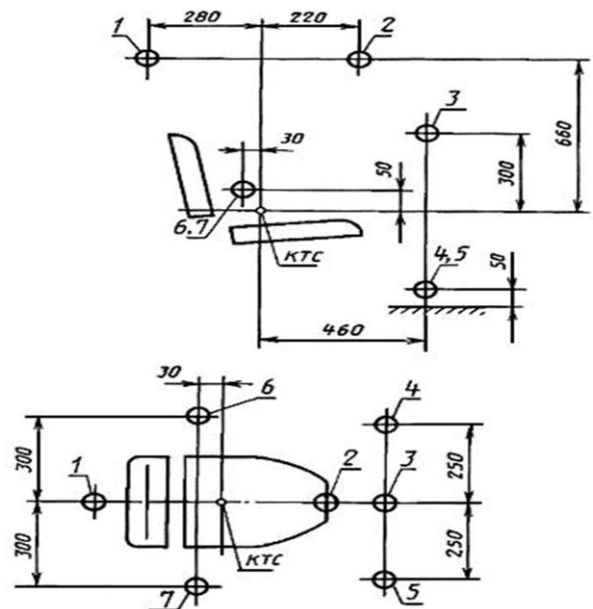


Рисунок 1. Точки измерений: КТС – контрольная точка сиденья по ГОСТ 27715; 1-7 – точки измерений

бине, при котором в точке 2 температура не изменяется более чем на 0,5 °С в течение не менее 30 мин.

Все измерения проводились с помощью комбинированного прибора для измерения температуры и скорости движения воздуха АТТ-1002.

Измерения температуры окружающей среды были выполнены на расстоянии 1...1,5 м впереди трактора и на высоте 1,5 м от поверхности площадки.

Температура воздуха в кабине измерялась в точках 1...7, а скорость движения воздуха – в точках 1 и 2. Перепад температуры воздуха в тракторе между точками измерения на уровне ног и головы оператора не должен превышать 4 °С. Скорость движения воздуха должна быть регулируемой и не должна превышать 1,5 м/с.

Результаты измерений параметров микроклимата трактора «БЕЛАРУС 82.1» в кабине представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты исследований температуры и скорости движения воздуха в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1»**

Показатели	Значения в холодный период года	Значения в теплый период года
Температура окружающего воздуха при проведении испытания	9,9 °С	28,3 °С
Средняя температура в кабине (среднее значение шести точек)	22,7 °С	31,4 °С
<b>Установившаяся температура внутри кабины:</b>		
- у левой ноги водителя (точка 4)	20,6 °С	30,5 °С
- у правой ноги водителя (точка 5)	20,2 °С	30,2 °С
- у левого бедра водителя (точка 6)	23,2 °С	31,1 °С
- у правого бедра водителя (точка 7)	23,5 °С	31,7 °С
- на уровне головы водителя (точки 1,2)	24,6 °С	32,3 °С
- на уровне руки водителя (точка 3)	24,6 °С	32,7 °С
<b>Колебания установившейся температуры внутри кабины:</b>		
- разность температур между левой и правой ногой	0,4 °С	0,3 °С
- разность температур между левой (правой) ногой и головой	4,0 °С (4,4 °С)	1,8 °С (2,1 °С)
<b>Скорость движения воздуха внутри кабины:</b>		
- на уровне головы (точка 1)	0 м/с	0 м/с
- на уровне глаз (точка 2)	0 м/с	0,04 м/с

Из таблицы 1 видно, что имеет место неравномерное распределение температуры по объему кабины, а также повышенная температура в теплый период года, как на уровнях головы и рук оператора МСХТ, так и в кабине трактора в целом.

Важной научной проблемой остается обеспечение допустимых перепадов температуры и влажности воздуха внутри кабины относительно наружного воздуха и на выходе средств нормализации микроклимата. Значительные перепады приводят к возникновению тепловых ударов и сквозняков, воздействующих на оператора, и являются основными причинами заболеваний, в том числе простудных. Несоблюдение допустимых климатических условий в рабочей зоне оператора приводит к повышенной утомляемости, ухудшению внимания, снижению производительности труда и увеличивает вероя-

тность ошибочных действий при выполнении технологических операций. Очевидно, что от состояния оператора зависит безопасность людей и сохранность материальных ценностей, поэтому технические средства и ряд мероприятий, создающие благоприятный микроклимат в кбинах тракторов и облегчающие труд оператора, имеют важное значение в кбинах современных машин [3].

### Заключение

В результате проведенных исследований экспериментально установлена значительная (от 4 до 4,4 °С) и (от 1,8 °С до 2,1 °С) разность температур между левой (правой) ногой и головой оператора в тракторе «БЕЛАРУС 82.1», а также отсутствие скорости движения воздуха внутри кабины на уровне его глаз и головы. Это может отрицательно сказаться на самочувствии оператора в теплый период года.

В Беларуси измерения микроклимата в кбинах тракторов нормируются по ГОСТ 12.2.002.5-91 «Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Метод определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора в холодный период года».

В целях профилактики неблагоприятного воздействия параметров микроклимата могут быть проведены различные защитные мероприятия: совершенствование воздухораспределителей, воздушное душирование, установка системы местного кондиционирования воздуха, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, выдача спецодежды и средств индивидуальной защиты и др.

Система обеспечения микроклимата в кабине трактора «БЕЛАРУС 82.1» требует доработки.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Смирнов, А.Е. Анализ испытаний микроклимата в кбинах автотракторной и сельскохозяйственной техники / А.Е. Смирнов, И.Н. Орехов // Вестник студенческого научного общества. – 2017. – № 2. – С. 106-108.
2. Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Метод определения характеристик систем обогрева и микроклимата на рабочем месте оператора в холодный период года: ГОСТ 12.2.002.5-91. – Введ.

30.07.1991. – М: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1991. – 11 с.

3. Голубева, Ю.В. Автоматизированные средства нормализации микроклимата в кабинах мобильных сельскохозяйственных агрегатов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Ю.В. Голубева. – М. –116 с.

4. Тарасенко, С.Е. Усовершенствование конструкции кабины с улучшением микроклимата для самоходной сельскохозяйственной техники: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 / С.Е. Тарасенко. – К., 2005. – 181 с.

5. Анализ требований к микроклимату рабочего места водителя колесного транспортного средства / И.В. Грицук [и др.] // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2014. – № 4. – С. 66-71.

6. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях», гигиеническо-

го норматива «Показатели микроклимата производственных и офисных помещений» [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 30 апреля 2013 г., № 33 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 05.11.2021.

7. Тракторы и самоходные машины для сельскохозяйственных работ и лесоводства. Окружающая среда рабочего места оператора. Метод испытаний и характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: ГОСТ ИСО 14269-2-2003. – Ч. 2. – Введ. 01.01.2008. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2003. – 8 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 25.11.2021

## **Система микропроцессорного автоматизированного регулирования положения распределительной штанги относительно обрабатываемой поверхности**

*Предназначена* для повышения равномерности внесения рабочего раствора пестицидов штанговыми опрыскивателями, снижения времени на подготовку агрегата к работе и его регулировки в процессе работы.

Система обеспечивает соблюдение постоянства расстояния между распылителями и обрабатываемой поверхностью в процессе работы опрыскивателя, как на склонах, так и на равнинной местности.



### **Основные технические данные**

Тип механизма изменения угла наклона штанги	Гидравлический
Тип системы	Микропроцессорная
Тип датчиков	Ультразвуковые
Диапазон измерения, м	0,4 – 2,0
Погрешность измерения расстояния между штангой и обрабатываемым объектом, м	0,040
Время готовности системы к работе, мин.	до 1
Напряжение питающей сети, В	$=12 \pm 2,5$
Продолжительность постоянного измерительного сигнала, после которого вырабатывается управляющее воздействие на исполнительный привод, с	2
Масса, кг, не более	40