

ПРОБЛЕМЫ МИКРОКЛИМАТА В ГЛАВНОМ КОРПУСЕ НА ИВАНОВСКОЙ ТЭЦ-2

Бухмиров В.В., Светушков И.И.

ИГЭУ имени В.И. Ленина г. Иваново

Аннотация

Проблемы микроклимата в производственных помещениях приводят к увеличению энергетических затрат на собственные нужды станции и ухудшению самочувствия обслуживающего персонала. Чтобы избежать этого, сначала необходимо провести анализ отклонений основных параметров. Поэтому для исследования был выбран главный корпус (котлотурбинный цех) Ивановской ТЭЦ-2. Экспериментальное исследование проводилось два раза в месяц в период с 2020 по 2023 год. В результате исследований были получены экспериментальные данные основных показателей микроклимата главного корпуса тепловых электрических станций. Измерение параметров микроклимата проводился на основных рабочих отметках в турбинном и котельном отделении в теплые и холодные периоды года. Анализ полученных данных о микроклимате выявил отклонения ряда параметров от нормативных значений таких как температура, влажность и концентрация летучих веществ. Общая величина отклонения температуры от нормы в котлотурбинном цехе составила 15°C в тёплый период, и 7,2°C в холодный период. Влажность отличалась на 7,12% в тёплый период и на 12,26% в холодный период. Максимальная величина отклонения концентрации летучих органических веществ в воздухе составила 6,87 мг/м³.

Ключевые слова: параметры микроклимат, температура, относительная влажность, концентрация летучих органических веществ, отклонения.

MICROCLIMATE PROBLEMS IN THE MAIN BUILDING AT IVANOVO CHPP-2

Vyacheslav Bukhmirov, Ilya Svetushkov

Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo

Abstract

The problems of the microclimate in the production premises lead to an increase in energy costs for the station's own needs and a deterioration in the well-being of the maintenance staff. To avoid this, it is first necessary to analyze the variations of the main parameters. Therefore, the main building (boiler and turbine shop) was chosen for the study Ivanovo CHPP-2. The pilot study was conducted twice a month between 2020 and 2023. As a result of the research, experimental data on the main indicators of the microclimate of the main building of thermal power plants were obtained. The microclimate parameters were measured at the main operating levels in the turbine and boiler rooms during warm and cold periods of the year. The analysis of the obtained data on the microclimate revealed deviations of a number of parameters from the normal values such as temperature, humidity and concentration of volatile substances. The total temperature deviation from the norm in the boiler turbine shop was 15 °C in the warm period, and 7.2 °C in the cold period. Humidity differed by 7.12% in the warm period and by 12.26 % in the cold period. The maximum deviation of the concentration of volatile organic substances in the air was 6.87 mg/m³.

Keywords: microclimate parameters, temperature, relative humidity, concentration of volatile organic substances, deviations.



Введение

Микроклимат в рабочих зонах производственного помещения определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха, теплового излучения и качества воздушной среды, которое определяется концентрацией твердых и жидких взвесей и ядовитых газов в воздухе [1, 2]. Оптимизация тепловоздушного режима в главном корпусе тепловой электрической станции (ТЭС) позволяет организовать требуемые по нормативным документам параметры микроклимата в производственных помещениях и экономить энергетические ресурсы на собственные нужды за счет организации свободного движения воздуха в главном корпусе и нанесения экономически целесообразной изоляции в целях снижения тепловых потерь от энергетического оборудования и через ограждения главного корпуса [3, 4]. Согласно СанПиН 1.2.3685-21 на рабочих местах допустимая температура устанавливается в диапазоне 21-23°C, а в зоне обслуживания оборудования 19-21 °С. Влажность же в обоих случаях допускается в диапазоне 40-60%. Показатель tVOC (концентрация летучих органических веществ в воздухе) не должен превышать более 1 мг/м³. В настоящее время расчет аэрации и отопления производственных помещений тепловых станций выполняют на этапе проектирования станций по РД 34.21.401-90. Анализ литературных источников, таких как [5-7], показывает, что действительные отклонения параметров тепловоздушной среды производственных зданий ТЭС от нормативных значений является распространённым явлением в современной энергетике.

Материалы и методы

Был выполнен анализ микроклимата главного корпуса Ивановской ТЭЦ-2. В котлотурбинном цехе установлено 8 котлоагрегатов и 5 паровых турбин. Между котельным и турбинным отделениями установлена разделительная стена. В главном корпусе имеется двое ворот, оборудованных воздушно-тепловой завесой и два дверных проема. На ТЭЦ-2 используется паровое отопление котлотурбинного цеха.

Экспериментальное исследование проводилось два раза в месяц в период с 2020 по 2023 год. В процессе эксперимента было выполнено измерение температуры и относительной влажности воздуха и показателю tVOC в котельном отделении, турбинном отделении и на рабочих местах. Измерения производились метеометром МЭС – 200А и датчиком качества воздуха Qingping.

Измерения в турбинном отделении выполнены на отметках 0,00; 8,00; 16,00 м. В котельном отделении измерения проводились на отметках 0,00; 8,00; 25,60 м. В качестве рабочих мест для контроля параметров микроклимата были выбраны кабинет начальника смены, кабинет старшего машиниста, рабочие места машинистов котлов и турбин.

Результаты

На рис. 1 и рис. 2 показано среднее на отметке значение температуры в турбинном и котельном отделениях станции в зависимости от температуры наружного воздуха. Анализ рисунков показывает, что практически на всех отметках по высоте (в местах измерения) и в зимний, и в летний периоды года наблюдается отклонение температуры от оптимальных значений.



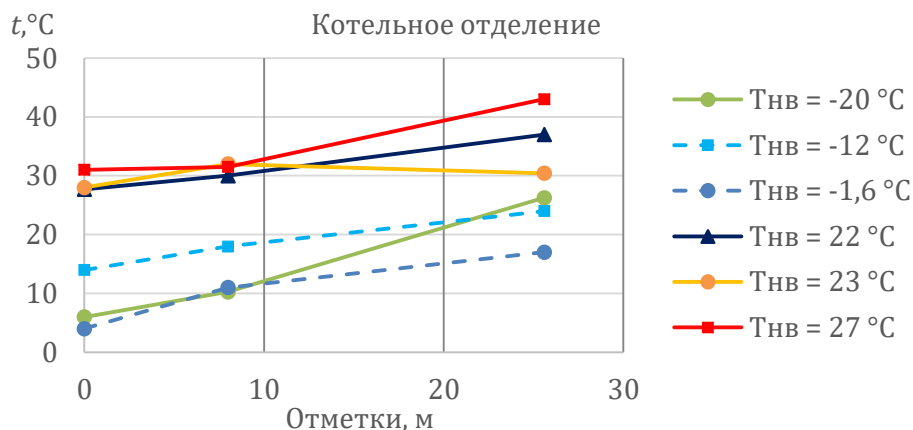


Рис.1. Распределение температуры по высоте котельного отделения в зависимости от температуры окружающей среды

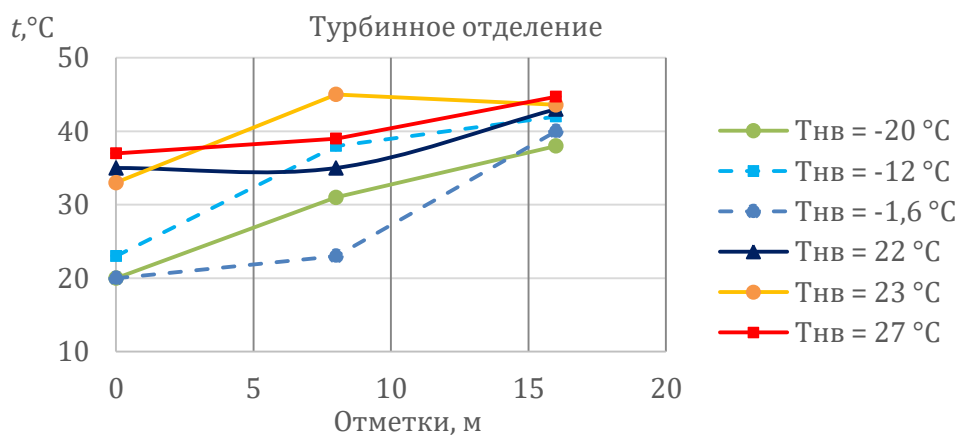


Рис.2. Распределение температуры по высоте турбинного отделения в зависимости от температуры окружающей

На рис. 3 и рис. 4 показано среднее на отметках значение относительной влажности в зависимости от температуры окружающей среды. Анализ графиков на этих рисунках позволяет сделать вывод о том, что на отметках 8.00м и 25.6м. в зимний и летний период наблюдаются отклонения относительной влажности.

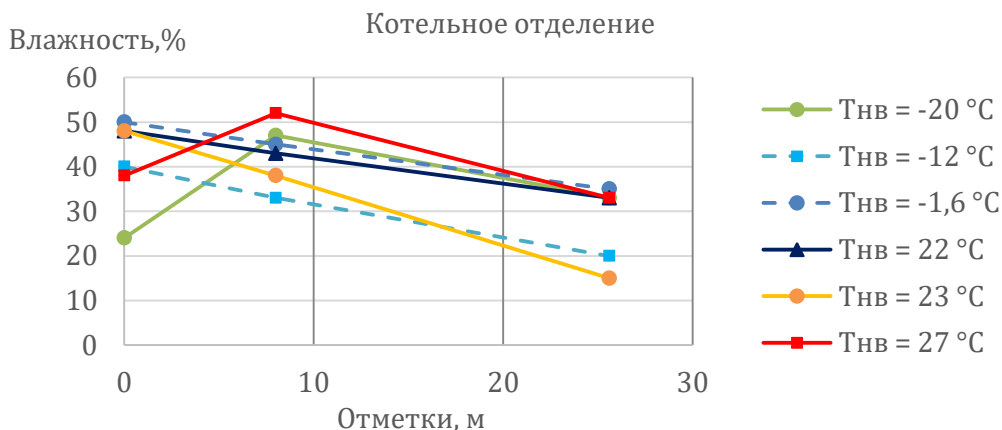


Рис.3. Распределение относительной влажности по высоте котельного отделения в зависимости от температуры окружающей среды



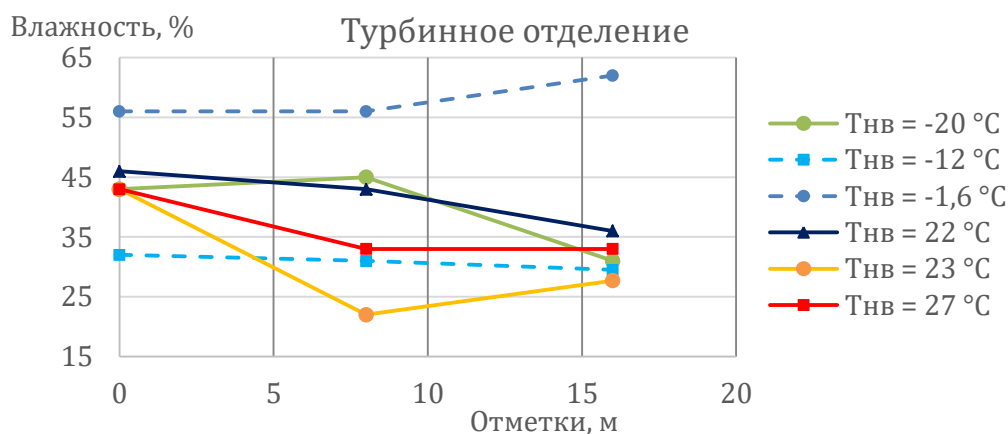


Рис.4. Распределение относительной влажности по высоте турбинного отделения в зависимости от температуры окружающей среды

Отклонения от нормативных значений также показывает параметр концентрации летучих органических соединений (tVOC). На рис. 5 показано среднее значение tVOC в турбинном отделении. Анализ данного графика показывает превышение данного параметра почти во всем турбинном цехе и особенно явно видно отклонение в районе 15 оси. В данном месте находится турбогенератора № 3 с водородным охлаждением генератора. Часть утечек водорода удаляются через аэрационные фонари на деаэрационной этажерке, где также имеются отклонения по данному показателю.

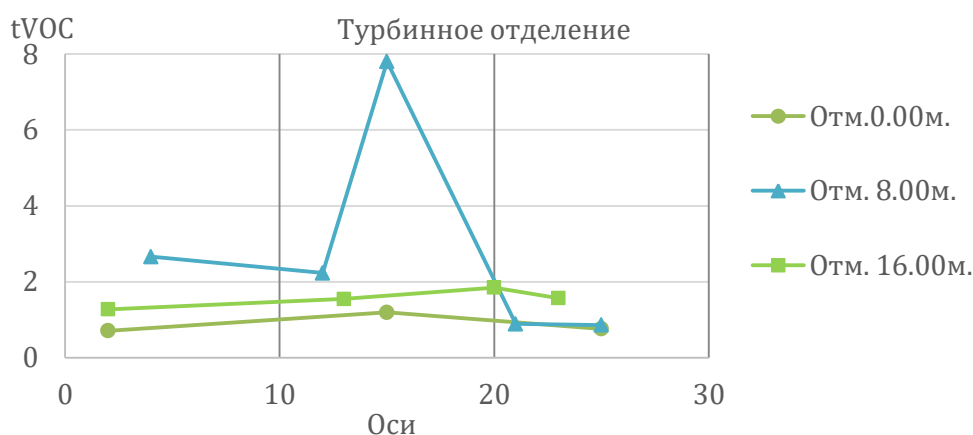


Рис.5. Распределение концентрации летучих органических веществ в турбинном отделении в зависимости от оси

В табл. 1 представлены средние отклонения параметров микроклимата на рабочих местах, турбинного и котельного отделений в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Таблица 1

Средние отклонения параметров микроклимата в главном корпусе ИвТЭЦ-2 в зависимости от температуры окружающего воздуха

Отклонения	Параметр	ТО	КО	Рабочие места
Теплый период	Температура, °C	19,21	10,83	4,31
	Влажность, %	7,86	6,38	оптимально
Холодный период	Температура, °C	9,83	4,50	оптимально
	Влажность, %	17,3	7,21	12,21
	tVOC, мг/м ³	7,87	оптимально	оптимально



В теплый период, среднее отклонение температуры от нормы составило 19,21°C. Связано это с высокой концентрацией тепловыделяющего оборудования в одном отделении. В котельном отделении температура превышает санитарные нормы на 11,29°C. Наибольшее отклонение в котельном отдалении зафиксировано на отметке 25,6 м., где наибольшие тепловые потери от рабочих котлов. Отклонения влажности от санитарных норм в тёплый период не столь велики как температура, 7,86% для турбинного и 6,38% для котельного. Параметры влажности в котлотурбинном цехе имеют большую зависимость от режимов эксплуатации станции, а также от влажности наружного воздуха.

В холодный период среднее отклонение от температуры меньше, однако необходимо учитывать, что в некоторых точках измерений, температура могла достигать отрицательные значения. Так, среднее отклонение в турбинном отделении от требуемой нормы составило 9,83°C. При этом температура на отметке 18,00 м на протяжении всего эксперимента превышала установленную норму на 9,83, в то время как на отметке 0,00 м в некоторых точках измерений температура могла составлять 2-3°C, ввиду присосов холодного воздуха. Данные присосы же оказывают влияние и на влажность в турбинном отделении, что дало отклонение влажности от требуемой нормы на 17,3%. В котельном же отделении, несмотря на большее количество рабочих котлов относительного летнего режима, температура не превышает столь сильно установленную нормами температуру. Среднее отклонение составляет 7,21°C. Несмотря на большие тепловые потери через наружную обмуровку котлоагрегатов, котельное отделение имеет высокую продуваемость наружным. Влажность также имеет отклонение от нормы на 7,21%, что связано с присосами холодного воздуха, а также большими утечками рабочей среды. На рабочих местах температура имела превышение только в котельном отделении в тёплый период времени на 4,31. Связано это с тем, что рабочие места машинистов котлов 1-6 не оборудованы кондиционерами. Недостаточная же аэрация щитов сказывается на влажности воздуха, поэтому в холодный период отклонение по влажности на рабочих местах составляет 12,21%. Из вспомогательных параметров, в турбинном отделении показатель tVOC (концентрация летучих органических веществ в воздухе) имел отклонение от установленной нормы на 6,87 мг/м³, что связано с утечками водорода из генератора и испарениями масла рабочих турбин.

Выводы

Экспериментальное исследование микроклимата на Ивановской ТЭЦ-2 показало наличие отклонений от нормативных значений по температуре, относительной влажности воздушной среды. Общая величина отклонения температуры от нормы в котлотурбинном цехе составила 15 °C в тёплый период, и 7,2 °C в холодный период. Влажность отличалась на 7,12 % в тёплый период и на 12,26 °C в холодный период. Максимальная величина отклонения концентрации летучих органических веществ в воздухе составила 6,87 мг/м³. Для решения задачи оптимизации микроклимата в котлотурбинном цехе Ивановской ТЭЦ

Библиографический список

1. Панаиотти Е.А., Суржиков Д.В. Комплексная оценка условий труда и риска для здоровья работающих в основных цехах тепловых электростанций // Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2007. – №1. – С. 56-62. EDN: [HYRMBN](#)
2. Денисхина Д.М. Модель человека в задачах расчета распределенных параметров микроклимата в помещении // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2 (32). – С. 192-199. EDN: [UGMYKR](#)
3. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Гильмутдинов А.Ю. Совершенствование системы тепловоздухоснабжения главного корпуса ТЭС на основе математического моделирования // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2011. – № 1. – С. 4-7. EDN: [PFJWRV](#)



4. Белов М.А., Ледуховский Г.В., Копсов А.Я. Нормирование затрат тепловой энергии на отопление и вентиляцию главного корпуса блочной ТЭС // Энергия-2021: В 6 т. – Иваново: ИГЭУ, 2021. – Т. 1. – С. 13. EDN: [QNLLAI](#)
5. Кислицына В.В., Мотуз И.Ю., Штайгер В.А. Особенности микроклимата на рабочих местах работников топливно-энергетического комплекса// Инновационная наука. – 2016. – № 6-3. – С. 188-189. EDN: [WCGDGZ](#)
6. Проненков А.А., Атаку Р.А. К вопросу оптимизации тепловоздушного режима главных корпусов ТЭС // Проблемы и перспективы освоения Арктической зоны Северо-Востока России. – Анадырь: ООО «Буки Веди», 2018. – С.24-25. EDN: [YNEXZI](#)
7. Бухмиров В.В., Ракутина Д.В., Гильмутдинов А.Ю. Экспериментальное исследование системы аэрации главного корпуса Костромской ГРЭС // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2007. – №4. – С.14-18. EDN: [AZGQKR](#)

References

1. Panaiotti, E. A., & Surzhikov, D. V. (2007). Kompleksnaya ocenka uslovij truda i riska dlya zdorov'ya rabotayushchih v osnovnyh cekhah teplovyh elektrostancij [Comprehensive assessment of working conditions and health risks for workers in the main shops of thermal power plants]. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii medicinskih nauk*, 1, 56-62. [In Russian]
2. Denisikhina, D. M. (2015). Human shapes for cfd simulation of thermal environment in rooms. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta*, 2 (32), 192-199. [In Russian]
3. Buhmirov, V. V., Rakutina, D. V., & Gil'mutdinov, A. YU. (2011). Sovershenstvovanie sistemy teplovozduhosnabzheniya glavnogo korpusa TES na osnove matematicheskogo modelirovaniya. [Improvement of the heat and air supply system of the main building of the thermal power plant based on mathematical modeling]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*, 1, 4-7. [In Russian]
4. Belov, M. A., Leduhovskij, G. V., & Kopsov, A. YA. (2021). Normirovanie zatrat teplovoj energii na otoplenie i ventilyaciyu glavnogo korpusa blochnoj TES [Standardization of thermal energy costs for heating and ventilation of the main building of a block-type thermal power plant]. In *Proc. Energiya-2021* (Vol. 1, pp. 13). IGEU. [In Russian]
5. Kislicyna, V. V., Motuz, I. YU., & Shtajger, V. A. (2016). Osobennosti mikroklimate na rabochih mestah rabotnikov toplivno-energeticheskogo kompleksa [Features of the microclimate in the workplaces of workers in the fuel and energy complex]. *Innovacionnaya nauka*, 6-3, 188-189. [In Russian]
6. Pronenkov, A. A., & Ataku, R. A. (2018). K voprosu optimizacii teplovozdushnogo rezhima glavnyh korpusov TES [On the issue of optimizing the heat-air regime of the main buildings of thermal power plants]. In *Proc. Problemy i perspektivy osvoeniya Arkticheskoy zony Severo-Vostoka Rossii* (pp. 24-25). ООО Буки Веди Ltd. [In Russian]
7. Buhmirov, V. V., Rakutina, D. V., & Gil'mutdinov, A. YU. (2007). Eksperimental'noe issledovanie sistemy aeracii glavnogo korpusa Kostromskoj GRES [Experimental study of the aeration system of the main building of the Kostroma State District Power Plant]. *Vestnik Ivanovskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*, 4, 14-18. [In Russian]

Сведения об авторах

Бухмиров Вячеслав Викторович, д-р техн. наук, профессор кафедры теоретических основ теплотехники, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ), e-mail: ba06095@mail.ru, SPIN-код: [7815-6947](#).

Светушков Илья Игоревич, аспирант кафедры теоретических основ теплотехники, ИГЭУ, e-mail: ilia.svet@gmail.com

Information on the Authors

Vyacheslav V. Bukhmirov, Doctor of Engineering Sciences (Postdoctoral degree), Professor of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, Ivanovo State Power Engineering University, e-mail: ba06095@mail.ru

Ilya I. Svetushkov, Postgraduate student of Theoretical Foundations of Heat Engineering Department, Ivanovo State Power Engineering University, e-mail: ilia.svet@gmail.com

