



МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА ЗДАНИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАРУЖНОГО ХОЛОДНОГО ВОЗДУХА

Н.У.Тошматов

Джизакский политехнический институт
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053297>

Нестационарный тепловой режим помещений, складывается под воздействием факторов наружного климата и работы инженерных систем зданий.

В настоящее время при решении задач нестационарного теплового режима помещений большинство исследователей используют в качестве расчетной сосредоточенную модель помещения.

Современный этап развития отопительно-вентиляционной техники характеризуется широким внедрением систем автоматического регулирования теплового режима помещений. Проектирование автоматизированных отопительно-вентиляционных систем и систем кондиционирования требует решения двух первоочередных задач.

Первая из них связана с необходимостью анализа динамики теплового режима зданий в течение характерных периодов года (расчетных суток, пятидневок и т. д.) для оценки нужных пределов регулирования, а также для подбора оптимального по энергозатратам оборудования и самих инженерных систем.

Вторая задача возникает в процессе оптимального конструирования систем автоматического регулирования теплового режима помещений (обеспечения устойчивости их работы, минимальной продолжительности времени выхода в заданный режим и т. д.) В качестве исходной информации используются сведения о динамических характеристиках помещений как отдельных звеньев в общей системе автоматического регулирования.

Решение этих задач связано с исследованием нестационарного теплового режима помещений. Воздух помещения рассматривается в виде материальной точки с массой и энтальпией, равными массе и энтальпии воздуха помещения. Учитывая, что теплоемкость воздуха существенно меньше теплоемкости ограждающих конструкций, и, следовательно, тепловые процессы в нем протекают гораздо быстрее, с помощью модели можно с достаточной точностью выполнить расчет медленно протекающих нестационарных тепловых процессов. Подобные задачи возникают при расчете тепловой и холодильной нагрузок систем кондиционирования, периодических систем отопления зданий и т. д. Кроме того, эта модель существенно упрощает математическую формулировку задачи, поскольку система уравнений Навье-Стокса заменяется обыкновенным дифференциальным уравнением первого порядка.

Однако при решении некоторых специфических задач (связанных с расчетом систем автоматического регулирования), когда необходимо знать характеристику нестационарного теплового процесса в начальный период, сосредоточенная модель не обеспечивает необходимой точности. Поэтому была предложена вторая физическая

модель для расчета нестационарного теплового режиме помещения, в соответствии с которой помещение разбивается на зону активной циркуляции турбулентных струй и зону вторичных потоков. Проведенные нами, а также другими исследователями изыскания показали, что в начальный период в разных точках помещения переходный процесс развивается с различной скоростью. Такое разделение соответствует физике движения воздушных потоков. Формирование температурных полей в помещении протекает под воздействием турбулентных струй, идущих от отопительно-вентиляционных устройств. Развиваясь, турбулентные струи эжектируют из окружающего пространства воздух и создают в помещении рециркуляционные зоны. Расположение этих зон и их размеры зависят от конструкции отопительно-вентиляционных систем. Определение размеров зон тесно связано с расчетом турбулентных струй, развивающихся в помещении.

При расчете нестационарного теплового режима помещений на основе предложенной модели каждая зона рассматривается самостоятельно, для каждой из них составляются уравнения нестационарной теплопроводности массивных и лучепрозрачных ограждений и уравнения теплового баланса воздуха. При составлении последних следует учитывать конвективный перенос тепла между зоной активной циркуляции и зоной вторичных потоков. Этот тепловой поток можно приближенно описать формулой, аналогичной той, которая применяется при учете теплообмена между жидкостью и твердой поверхностью с площадью контакта F . Используя понятия условного коэффициента конвективного переноса α_k и среднemasсовых температур воздуха в зоне активной циркуляции $t_{ак}$ и рециркуляции t_p

$$Q = \alpha_k F (t_{ак} - t_p)$$

Подобный способ описания процесса переноса тепла между областями не является единственно возможным. Конвективный перенос тепла между областями активной циркуляции и рециркуляции может быть учтен путем расчета энтальпии воздушных потоков

Нами установлено, что независимо от принятой физической модели математическая реализация задач нестационарного теплообмена может осуществляться несколькими способами.

Для конечно-разностной аппроксимации исходных дифференциальных уравнений можно использовать одну из многочисленных разностных схем, подробное изложение которых имеется в специальной литературе. Конечно-разностный метод позволяет реализовать при решении дифференциальных уравнений произвольные граничные и начальные условия, что является безусловным его достоинством. Вместе с тем при расчете квазистационарных процессов конечно-разностный метод требует вывода системы из начального произвольно задаваемого состояния в квазистационарное. Для этого приходится рассчитывать нестационарный режим примерно в течение пяти предшествующих суток, и на основе компьютерного программирования может оказаться малоэкономичной.

Вторым способом возможного численного решения линейных задач нестационарного теплообмена помещений является применение метода разложения исходных функций в ряды Фурье. Этот метод наиболее удобен, когда действующие возмущения изменяются по законам тригонометрических функций. При другом виде возмущающих воздействий (периодические прямоугольные, линейные и т. д.) для

точной аппроксимации исходных функций приходится использовать большое число гармоник ряда (30 гармоник).

В работах ряда других авторов при решении различных задач нестационарного теплообмена используется метод интегральных преобразований Лапласа.

На основе полученных зависимостей, авторами разработана компьютерная программа расчета теплового режима зданий. Программа позволяет рассчитывать температуры внутреннего воздуха в помещениях при произвольно изменяющихся возмущающих воздействиях.

Литература:

- 1.Тошматов, Н. У., & Сайдуллаев, С. Р. (2016). О методах определения потери и подсосов воздуха в вентиляционных сетях. Молодой ученый, (7-2), 72-75.
- 2.Мансурова, Ш. П. Децентрализация - один из способов энергоэффективности теплоснабжения. Академическая публицистика, 30.
- 3.Турсунов, М. К., & Улугбеков, Б. Б. (2020). Оптимизация размещения солнечных коллекторов на ограниченной площади. Me' morchilik va qurilish muammolari, 56.
- 4.Алибекова, Н. Н. (2020). Зонирование водопроводных сетей. Science and Education, 1(9), 228-233.
- 5.Кутлимуродов, У. М. (2020). Некоторые аспекты экологических проблем, связанные с автомобильными транспортом. In European Scientific Conference (pp. 50-52).
- 6.Karimovich, T. M., & Obidovich, S. A. (2021). To increase the effectiveness of the use of Information Systems in the use of water. Development issues of innovative economy in the agricultural sector, 222-225.
- 7.Saydullaev, S. R. (2020). Decision-making system for the rational use of water resources. Journal of Central Asian Social Studies, 1(01), 56-65.
- 8.Systems as the Most Important Mechanism for the use of Water Resources in the Region. Test Engineering and Management, 83, 1897-1901.
- 9.Kenjabayev, A. and Sultanov, A. (2019) "Development of software on water use," Problems of Architecture and Construction: Vol. 2: Iss. 1, Article 11. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/samgai/vol2/iss1/11>.
- 10.Султанов, А. О. (2019). Информационная система водных ресурсов сельского хозяйства. Проблемы научно-практической деятельности. Перспективы внедрения, 197.
- 11.Sultonov, A. O. (2020). Problems of optimal use of water resources for crop irrigation. Journal of Central Asian Social Studies, 1(01), 26-33.
12. Sultonov, A. (2019). Water use planning: a functional diagram of a decision-making system and its mathematical model. International Finance and Accounting, 2019(5), 19.
- 13.Sultonov, A., Musaev, S., Xajimatova, M., Ustemirov, S., & Sattorov, A. (2021). Pollutant Standards for Mining Enterprises. EasyChair, (5134).
- 14.Такабоев, К.У., Мусаев, Ш.М., & Хожиматова, М.М. (2019). Загрязнение атмосферы вредными веществами и мероприятия их сокращение. Экология: вчера, сегодня, завтра, 450-455.

15. Internet resource. Meeting on the results of reforms in the water management system in 2019 and priorities for the future, 25.01.2020: <http://www.water.gov.uz/uz/posts/1545735855/371>
16. Mansurova Sh.P. Features of humid air during processing with sorbents // High technologies, science and education: topical issues, achievements and innovations. - 2020. - S. 82-84
17. Musayev S.M., Tolliboyev I.I. O.G.L. Groundwater use in Jizzakh region problem // Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 12. – С. 238-245.
18. Кенжабаев, А.Т., Жумаев, К.Х., & Султонов, А.О. (2022). Автоматлаштирилган сув узатиш тармоқларини ишлаш алгоритми. Eurasian Journal of Academic Research, 2(10), 78-87.
19. Sulstonov, A., & Turdiqulov, B. (2022). Suv qabul qilish inshootlarining ishlash samaradorligini oshirishda filtrlarning o'ri. Eurasian Journal of Academic Research, 2(11), 12-19.
20. exhaust ventilation system // Science and Education. - 2020. - Vol. 1. - No. eight.
21. Toshmatov N.U., Mansurova Sh.P. Opportunities to use wastewater from fruit and vegetable processing plants for irrigation of agricultural fields // Me' morchilik va qurilish muammolari. - 2019. - P. 44.
22. Toshmatov N.U., Saidullaev S.R. On methods for determining the loss and suction of air in ventilation networks // Young scientist. – 2016. – no. 7-2. - S. 72-75.
23. Toshmatov N. U., & Mansurova Sh. P. (2022). EFFICIENCY OF USE OF HEAT PUMPS. International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology, 9(10), 1-5.
24. Toshmatov N.U., Mansurova Sh.P. Studying Some Parameters of the Composition and Evaluation of the State of Industrial Gas Emissions and Their Components. European Journal of Innovation in Nonformal Education (EJINE) Volume 2. 243-248.
25. Sh. P. Mansurova. (2021). Application of renewable energy sources in buildings. Galaxy International Interdisciplinary Research Journal, 9(12), 1218-1224.
26. Tashmatov, N.U., & Mansurova, S.P. (2022). Some Features of Heat and Moisture Exchange in Direct Contact of Air with a Surface of a Heated Liquid. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 2(1), 26-31.
27. Назиров С.Ў.Ў., Султонов А.О. Саноат корхоналари оқова сувларини тозалашнинг долзарблиги // Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 299-306.
28. Tashmatov, N.U., & Mansurova, S.P. (2022). Specific Features of Change in Surface Temperature of Evaporating Liquid from Hydrodynamic and Temperature-Humidity Conditions. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 2(1), 20-25. Retrieved from <http://openaccessjournals.eu/index.php/ijiaet/article/view/904>
29. Sulstonov, A. (2019). Water use planning: a functional diagram of a decision making system and mathematical model. International Finance and Accounting, 2019(5),
30. Alibekova, N.N. (2020). U sefin format i on system sin water use processes. Science and Education, 1.
31. Kutlimurodov, U.M. Atmospheric pollution with harmful substances and measures to reduce it. Ecology: yesterday, today, tomorrow. - 2019. - s, 249-252.
32. Сайдуллаев С. Р. Применение информационных систем в эффективном использовании воды // Наука и образование. - 2020. - Т. 1. - №. 7.



- 33.Кутлимуродов У.М. Некоторые аспекты экологических проблем, связанные с автомобильными транспортом //European Scientific Conference.–2020.– с.50-52.
- 34.Masharipovich, Q.U. (2021). Laboratory Equipment of Overpressure Determination on Standard. International Journal of Development and Public Policy, 1(6), 138-143.
- 35.Saydullaev, S. R. (2020). Decision-making system for the rational use of water resources. Journal of Central Asian Social Studies, 1(01), 56-65.
- 36.Qutlimurodov, U.M. Suv ta'minoti va oqava suvlarni oqizish tizimlari; Darslik. 246 str. Toshkent - 2021/8/18 - T.: "IMPRESS MEDIA" MCHJ.
- 37.Sultonov A. et al. Pollutant Standards for Mining Enterprises //EasyChair.-2021. – 2021. – T. 5134.
- 38.Мусаев Ш. М., Саттаров А. Умягчение состав воды с помощью реагентов //Ме'morchilik va qurilish muammolari. – 2019. – Т. 23.
- 39.Obidovich S.A. The use of Modern Automated Information Systems as the Most Important Mechanism for the use of Water Resources in the Region //Test Engineering and Management. – 2020. – Т. 83. – С. 1897-1901.
- 40.Sultonov A.O. Problems of optimal use of water resources for crop irrigation //Journal of Central Asian Social Studies. – 2020. – Т. 1. – №. 01. – С. 26-33.
41. Sultonov A. Water use planning: a functional diagram of a decision-making system and its mathematical model //International Finance and Accounting. – 2019. – Т. 2019. – №. 5. – С. 19.
42. Karimovich T.M., Obidovich S.A. To increase the effectiveness of the use of Information Systems in the use of water //Development issues of innovative
43. Sultonov A.O. Metodi ratsionalnogo ispolzovaniya void v oroshenii selskoxozyastvennix kultur //sovremennaya ekonomika: Aktualniye voprosi, dostijeniya i.–2019.–S. – 2019. – С. 207-209.
- 44.Obidovich, S. A. (2021). Effective Ways of Using Water with Information Systems. International Journal on Economics, Finance and Sustainable Development, 3(7), 28-32. <https://doi.org/10.31149/ijefsd.v3i7.2051>