Для стабилизации и укрепления грунтов используются цемент, известь, органические вяжущие добавки (битум или битумная эмульсия) [8]. Состав и количество вводимой добавки подбирается в лаборатории в зависимости от типа грунта и категории строящейся автодороги. Технология заключается в снятии слоя грунта на необходимую толщину, перемешивании его с соответствующими добавками и равномерном размещении полученной смеси на поверхности. Затем осуществляется уплотнение слоя катками или ресайклерами. Однако замена песка и щебня таким обработанным грунтом проводится в настоящее время преимущественно лишь при строительстве автодорог с малой интенсивностью движения и небольшими нагрузками.

Тем не менее, данная технология совершенствуется по направлениям повышения несущей способности, прочности, долговечности стабилизированных грунтов, снижения их водопроницаемости, вероятности усадки и вспучивания [9]. Широкое внедрение данной технологии, позволит в перспективе обеспечить экономию средств бюджета страны (порядка 30%), а это колоссальные средства, учитывая масштабность запланированных работ.

1. Площадь Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.statdata.ru/ploshchad/rossii/> (Дата обращения: 03.01.21).
2. Россия – Региональный справочник [Электронный ресурс]. URL: <http://bujet.ru/region/1160.php/> (Дата обращения: 03.01.21).
3. Россия и страны мира. 2020: Стат. сб./Росстат. – М., 2020. – 385 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13241/> (Дата обращения: 03.01.21).
4. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 г. № 1734-р) [Электронный ресурс]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda/> (Дата обращения: 04.01.21).
5. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/nacionalnyj-proekt-bezopasnye-i-kachestvennye-avtomobilnye-dorogi/> (Дата обращения: 04.01.21).
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 декабря 2020 года № 3542-р [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/news/41230/> (Дата обращения: 05.01.21).
7. Каталог эффективных технологий, новых материалов и современного оборудования дорожного строительства, Федеральное дорожное агентство Росавтодор [Электронный ресурс]. URL: <file:///C:/Users/%D0%A1%D1%83%D1%84%D0%B8%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B2/Downloads/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%202019.pdf/> (Дата обращения 06.01.21).
8. Стабилизация грунтов в дорожном строительстве [Электронный ресурс]. URL: <https://roadtm.com/stabilizaciya-gruntov-v-dorozhnom-stroitelstve/> (Дата обращения: 07.01.21).
9. Регенерация и стабилизация: как работать с современными технологиями ремонта дорог, рассказали спикеры ФАУ «РОСДОРНИИ» [Электронный ресурс]. URL: <https://rosdornii.ru/news/709/> (Дата обращения: 07.01.21).

Шелехов И.Ю., Гудков А.И., Пнёва М.А.

Применение энергосберегающих мероприятий в жилых многоквартирных домах

ФГБОУ ВО «ИРНИТУ»

(Россия, Иркутск)

doi: 10.18411/lj-03-2021-70

idsp: ljjournal-03-2021-70

Аннотация

В статье представлены результаты исследований магистрантов института архитектуры, строительства и дизайна ФГБОУ ВО ИРНИТУ, которые они проводили при подготовке выпускной квалификационной работы. При исследовании параметров тепловых пунктов жилых зданий многоэтажной застройки в г. Иркутске, было обнаружено, что при смене внешних метеорологических условий внутренние

параметры микроклимата зданий приходят в стационарное состояние через 5-7 часов. Было выявлено, что основной причиной ухудшения внутренних параметров микроклимата является то, что при регулировке подачи теплоносителя в систему отопления не учитываются параметры инерционности здания. Авторами было предложено для учета параметров инерции здания использовать датчик температуры, изготовленный в соответствии патента на изобретение №2611562. Было показано, что применение новых термоэлектрических устройств снизило время выхода в стационарное состояние микроклимата до 1,0-1,5 часов и снизило затраты тепловой энергии ориентировочно на 10%.

Ключевые слова: Микроклимат, система отопления, термоэлектрические устройства, автоматизированный тепловой пункт, энергосбережение.

Abstract

The article presents the results of research of undergraduates of the Institute of Architecture, Construction and Design of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education IRNITU, which they carried out in the preparation of their final qualification work. When studying the parameters of heat points of residential buildings of multi-storey buildings in Irkutsk, it was found that when the external meteorological conditions change, the internal parameters of the microclimate of buildings come to a stationary state after 5-7 hours. It was revealed that the main reason for the deterioration of the internal parameters of the microclimate is that the parameters of the inertia of the building are not taken into account when adjusting the supply of the coolant to the heating system. The authors proposed to take into account the parameters of inertia of the building to use a temperature sensor manufactured in accordance with patent for invention No. 2611562. It was shown that the use of new thermoelectric devices reduced the time to reach a stationary state of the microclimate to 1.0-1.5 hours and reduced the consumption of thermal energy by approximately 10%.

Keywords: Microclimate, heating system, thermoelectric devices, automatic heating station, energy saving.

Вопрос о рациональном использовании тепловой энергии в зданиях многоэтажной застройки актуален для всех регионов Российской Федерации. В основном, экономия тепловой энергии достигается путем повышения энергоэффективности строительных конструкций, оптимизацией архитектурно-планировочных решений. В последние годы уделяется большое внимание применению нетрадиционных источников энергии, в основном связанных с солнечной энергетикой, но пока их применение обосновано только при малоэтажной застройке. Неплохие результаты имеются при использовании термоэлектрических устройств, но данные научные исследования находятся на стадии внедрения опытно-промышленных образцов [1].

Поэтому, на текущий момент, имеются два основных направления снижения тепловых потерь. Первое - это применение новых теплоизоляционных материалов и энергоэффективных окон. Второе - применение автоматизированных тепловых пунктов, оснащенных автоматическими приборами для слежения за внутренними и внешними метеорологическими параметрами [2].

В действующем здании, для обеспечения первых мероприятий, необходимо проводить предварительное обследование, готовить проектно-сметную документацию и, в конечном итоге, осуществить капитальный ремонт здания. Во втором случае, достаточно применить готовые штатные решения. Установив автоматические системы управления тепловыми параметрами здания, владельцы многоэтажного дома начинают рационально использовать тепловую энергию [3]. При написании выпускной квалификационной работы магистрантами кафедры Городское строительство и

хозяйство института «Архитектуры, Строительства и Дизайна», мы произвели оценку работы нескольких тепловых пунктов многоквартирных домов. Алгоритм работы всех тепловых пунктов настроен на изменение подачи теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха, осуществив незначительные регулировки в настройках, можно добиться более-менее устойчивых значений температуры внутри здания. Работа тепловых пунктов настроена на укрупненные показатели теплопотерь здания, без учета ориентации здания, работы системы вентиляции здания [4].

Для укрупненного расчета тепловой нагрузки системы отопления ($Q_{тнз}$) многоквартирного дома достаточно воспользоваться формулой:

$$Q_{тнз} = \alpha V q_0 (t_v - t_{н.р.}) , \text{ где } (1)$$

α — коэффициент, определяющий местоположение и регион использования здания;

q_0 — удельная тепловая характеристика отопительной системы;

V — объем постройки.

$(t_v - t_{н.р.})$ — градиент температуры между внутренним и наружным воздухом.

Градиент температур между внутренним и наружным воздухом определяет общие теплопотери здания и основываясь на этом значении можно успешно поддерживать заданные температурные параметры, но только до того момента, пока не произойдет резкое изменение внешних параметров [5].

Наши исследования показали, что при изменении внешней температуры на 10 градусов, внутренние параметры микроклимата приходят в стационарное состояние только через 5-7 часов. В Иркутской области суточные перепады температуры находятся в диапазоне от 10 до 20 градусов, причем изменение температуры происходит в короткий промежуток времени в утренние и вечерние часы, при этом происходит смена величины и направления ветровой нагрузки здания. Литературные данные и натурные исследования показывают, что при нестационарных режимах отопления здания происходит основной перерасход тепловой энергии. А нестационарный режим в здании возникает, когда автоматизированная система управления тепловыми пунктами не учитывает теплотехнические характеристики здания. Увеличение скорости опроса датчиков температуры, не помогает исправить ситуацию. Наши исследования в этой области показали, что можно путем подбора скорости опроса датчиков температуры, снизить время установления стационарного состояния температуры в помещении, но устранить проблему данным способом невозможно.

Ряд исследований показывают, что путем построения математической модели здания и применения программируемых систем управления параметрами микроклимата, можно решить данную проблему. Применение данного технического решения приводит к серьезному удорожанию системы, требует специализированного обслуживающего персонала и защиты теплового пункта от проникновения. Применение тепловых пунктов с интеллектуальным алгоритмом управления оправдано и целесообразно к применению во вновь вводимых домах. В действующих многоквартирных домах, особенно в тех, которые удалены от центральных городов, необходимо применять более простые и дешевые технические решения [6, 7].

Наш анализ действующих систем отопления зданий многоквартирной застройки показал, что практически все автоматизированные системы управления параметрами тепловых пунктов имеют универсальный вход для датчиков измерения температуры. Самым малоинерционным датчиком температуры является термопара, для более точного измерения в физических процессах используется дифференциальная термопара. Чтобы учитывать инерционность здания, нами было предложено использовать дифференциальные термопары, изготовленные в соответствии патента на изобретение №2611562 [8]. Данный патент позволяет изготавливать пространственно ориентированные термоэлектрические модули, которые измеряют градиент температуры между внешней стороной стены здания и наружного воздуха. Второй

датчик устанавливается внутри помещения, в контрольной комнате, он измеряет градиент температуры внутренней стороны стены здания и внутреннего воздуха.

Данное подключение позволяет скорректировать значения входных сигналов управления подачей теплоносителя. Данное техническое решение позволило снизить время выхода в стационарное состояние до 1,0-1,5 часов, при изменении внешней температуры на 10 градусов.

Применение научных достижений на практике позволяет улучшить комфорт в зданиях многоэтажной застройки с минимальными затратами, без применения сложных, программируемых устройств и при этом снизить потребление тепловой энергии. Предварительные результаты исследования показали, что потребление тепловой энергии снижается более чем на 10%.

Данные исследования проводились при поддержке Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский фонд фундаментальных исследований» (РФФИ), Договор № 20-48-380002\20.

1. Шелехов И.Ю., Рупосов В.Л. Альтернативные и нетрадиционные источники энергии. Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2020. – 164 с.
2. Петрикеева Н.А., Садовников А.Н., Никулин А.В. Пути снижения энергопотребления зданиями. Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2012. № 1 (6). с. 13-17.
3. Шелехов И.Ю., Дорофеева Н.Л., Шелехов М.И. Применение энергоэффективных методов в системах отопления промышленных и общественных зданий. Сборник статей конференции: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018. (ICRE 2018).- Белгород, 2018, №17.- С.1-5.
4. Анисимова Е.Ю. Некоторые аспекты реализации оптимального режима прерывистого отопления зданий. В сборнике: строительство и экология: теория, практика, инновации. Сборник докладов I международной научно-практической конференции. 2015. с. 54-56.
5. Шелехов И.Ю., Камшекина М.С., Березикова Е.Р. Особенности автоматического управления параметрами микроклимата в зависимости от теплоаккумулирующих характеристик зданий. Сборник статей XXXI Международной научно -практической конференции в 2 ч.- Пенза: Из-во «Наука и просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.), 2019.- С.60-62.
6. Малов Д.Н., Каменский А.М., Рыгалин Д.Б., Тотменина Н.Л. Высокотехнологичные программно-технические средства для систем управления индивидуальными тепловыми пунктами, – М.- 2000, 56-60 с.
7. Соловьев В.В., Степанова В.Ю., Шадрин В.В. Математическая модель системы отопления многоэтажного здания. Известия ЮФУ. Технические науки. 2012. № 2 (127). с. 226-231.
8. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Кашко К.П., Шелехова И.В. Патент на изобретение №2611562 от 28.02.2017 Пространственно ориентированный термо-электрический модуль и способ его изготовления.