

около 23 млн. Гкал потребляет многоквартирный жилой фонд. В настоящее время подписан указ №327 «О повышении энергоэффективности многоквартирных жилых домов». Документ определяет условия и механизмы участия собственников помещений в финансировании энергоэффективных мероприятий по снижению потребления тепловой энергии в многоквартирных жилых домах, сокращению затрат на отопление и повышение потребительских характеристик таких домов. Владельцы и собственники помещений будут на добровольной основе путём голосования принимать решения о проведении энергоэффективных мероприятий в своих многоквартирных жилых домах. В частности, предусмотрено, что собственники жилых помещений будут возмещать затраты в размере не менее 50% ежемесячно равными долями в течении 10 лет с момента подписания последнего акта приёмки выполненных работ. Предусмотрены также и механизмы воздействия на жильцов, которые не оплачивают проведение энергоэффективных мероприятий.

При проведении энергоэффективности речь идёт не только об утеплении фасадов, замене окон, но и внедрении автоматического регулирования тепловой энергии, системы дистанционного расчёта, дистанционной передачи данных по потреблению тепла, электроэнергии, горячей и холодной воды, то есть фактически будет реализована система управления домом. Пилотные проекты будут реализованы в Могилёвской и Гродненской областях. Под действие пилотных проектов попадает порядка 200 – 300 домов. По мере реализации энергоэффективных проектов будет формироваться оборотный фонд, куда войдёт 10% отчислений на капремонт и около 10% средств, полученных от приватизации жилья, а также средства полученные от собственников жилья. Эти средства будут накапливаться и направляться на повышение энергосбережения в многоквартирном жилом фонде.

Таким образом предусматривается, что в финансировании энергоэффективных мероприятий возможно доленое участие бюджета и собственников, а также привлечение на эти цели других источников, включая заемные средства, например, МБРР, Европейского инициативного банка. В Республике Беларусь пока ещё не мало проблем в сфере повышения энергоэффективности. Нет опыта эксплуатации высокоэффективного оборудования, устройств дистанционной передачи данных, эксплуатации тепловых насосов. Отсутствует производство солнечных панелей. Однако, учитывая, что белорусские специалисты за последние годы получили определённый опыт в области энергоэффективности, который позволит грамотно ставить задачи и определять пути их достижения.

Клюева Е.В., Янчилин П.Ф.

КАЧЕСТВО ВОЗДУХА В ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Брестский государственный технический университет, кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Вопросам влияния качества воздуха в помещениях зданий на самочувствие людей уделяется особое внимание как экологами, врачами, диагностами, так и инженерами-проектировщиками систем вентиляции и кондиционирования воздуха. От качества воздуха зависит физическое состояние человека. При неудовлетворительном качестве воздуха люди чувствуют недомогание, потерю

концентрации внимания, развитие болезней и т.д.. К вредностям, подлежащим ассимиляции системами вентиляции, относятся газообразные загрязнители, выделяемые в процессе дыхания и через поверхность кожи человека (аммиак, сероводород, ацетон и т. п.), а также химические летучие соединения, выделяемые мебелью и отделочными материалами в помещении. В процессе дыхания человека в нормальных условиях изменению концентрации подвержены в основном два компонента воздуха: кислород и углекислый газ.

Основная задача системы вентиляции — осуществление воздухообмена для обеспечения воздушной среды в помещении, отвечающей санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям. Системы вентиляции представляют собой комплекс инженерных устройств, включающих воздушный тракт (воздуховоды), оборудование для обработки и транспортировки воздуха, а также сетевое оборудование (воздухоприемные, воздухораспределительные устройства, дроссель-клапаны и др.) [1].

Микроклимат — совокупность факторов определяющих метеорологическую обстановку в помещении. К этим факторам относятся температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха. Допустимые параметры микроклимата — такие сочетания перечисленных параметров, которые при длительном воздействии могут вызвать некоторое напряжение системы терморегуляции человека, но при этом не возникает нарушений в состоянии его здоровья. Оптимальные параметры микроклимата — такие сочетания перечисленных параметров, которые обеспечивают постоянное ощущение комфорта [2].

Одним из основных показателей комфорта помещений является состав и чистота (качество) воздуха. Качество воздуха в помещении зависит от многих факторов: качества наружного воздуха; наличия в помещении источников загрязнений, мощности и расположения этих источников; способа и конструкции системы вентиляции и кондиционирования воздуха, способов управления и надежности эксплуатации этих систем и т. п. На практике по количеству CO_2 принято судить о чистоте воздуха в помещениях и степени их вентиляции.

Человек в час вдыхает и выдыхает в среднем 500 л воздуха. Выдыхаемый воздух содержит в процентах по объему кислорода — 15 %, азота — 79 %, углекислоты — 5 %, прочих газов — 1 %. При этом углекислота не является вредной даже при содержании ее в воздухе до 4 % по объему. Однако в результате жизнедеятельности организма одновременно с углекислотой выделяются вредные продукты: пары различных органических кислот, сероводород, аммиак и т.д., что дает основание рассматривать углекислоту как критерий для суждения о чистоте воздуха и пригодности его для дыхания. Исходя из этого, предельное содержание углекислоты в воздухе принимается не более 0,2 % [5].

Незначительное повышение концентрации углекислого газа вызывает у людей ощущение «спертости» воздуха, духоты. Отчетливо чувствуется это, когда человек заходит с улицы в помещение. Но наш дыхательный центр пластичен и уже спустя 10 минут мы перестаем это замечать. При более значительном повышении концентрации симптомы становятся хуже: «тяжелая» голова, головокружение, головные боли, и вплоть до необратимых изменений в организме человека. Одновременно большинству знакомо ощущение духоты в помещении и связанные с этим симптомы, т.е. усталость, сонливость, раздражительность. Такое состояние многие связывают с нехваткой кислорода. На самом деле, это симптомы вызваны превышением уровня углекислого газа и других вредных продуктов в воздухе. Кислорода еще достаточно, а углекислота уже в избытке. Сегодня уровень концентрации CO_2 в общественных и жилых помещениях служит основным показателем качества воздуха, по которому

можно судить о других загрязнителях и о том, насколько хорошо работает вентиляционная система в здании. Например по содержанию CO_2 можно судить и о количестве бактерий в воздухе. Чем больше углекислого газа, тем хуже справляется вентиляция и тем больше в воздухе разных бактерий и грибков. Особенно актуально это для зимнего периода, когда интенсивность вентиляции падает, а количество респираторных инфекций растет. [7].

При исследовании работы и технического состояния системы естественной вытяжной вентиляции в некоторых помещениях общественных и жилых зданий студгородка БрГТУ были проведены замеры концентрации CO_2 в воздухе помещений.

Рассматриваемые помещения относятся к 1-й и 2-й категории по классификация помещений общественного и административного назначения принятой в межгосударственном стандарте ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»:

- помещения 1-й категории: помещения, в которых люди в положении лежа или сидя находятся в состоянии покоя и отдыха;
- помещения 2-й категории: помещения, в которых люди заняты умственным трудом, учебной. [4].

Влияние углекислого газа на организм человека согласно санитарно-гигиеническим исследованиям зависит от его концентрации в воздухе. При концентрации CO_2 менее 800 ppm воздух высокого качества. Физиологи нормальным уровнем CO_2 считают 600-800 ppm. Хотя некоторые единичные жалобы на духоту возможны и при указанной концентрации. При 800-1000 ppm воздух среднего качества — появляются жалобы, у людей, страдающих астмой, могут участиться приступы. На уровне 1000 ppm каждый второй ощущает духоту, вялость, снижение концентрации, головную боль. Нижняя граница допустимой нормы 1000-1400 ppm — появляется вялость, проблемы с внимательностью и обработкой информации, тяжелое дыхание, проблемы с носоглоткой. Выше 1400 ppm воздух низкого качества — сильная усталость, безынициативность, неспособность сосредоточиться, сухость слизистых, проблемы со сном. [6].

В жилых помещениях и учебных заведениях оптимальным уровнем концентрации CO_2 в помещении принимается диапазон: 800-1000 ppm. Отметка на уровне 1400 ppm — предел допустимого содержания углекислого газа в помещении. Если его больше, то качество воздуха считается низким. Ведь чем ниже качество воздуха, тем сложнее сосредоточиться и справиться с учебной нагрузкой. При концентрации 2000 ppm количество ошибок в работе сильно возрастает и значительная часть сотрудников и учащихся (70%) не могут сосредоточиться на работе. [3].

В последние годы физиологи-исследователи предлагают обновить допустимые пределы, но данные изменения повлияют на окончательную стоимость устройства вентиляции, чем ниже норма CO_2 , на которую ориентируются строители, тем дешевле обходится устройство вентиляции.

Чтобы выявить, соответствует ли качество воздуха в аудиториях второго корпуса Брестского государственного технического университета нормативному, был проведен эксперимент, в ходе которого выявлено, что за время учебного занятия (1,5 часа) диапазон концентрации углекислого газа в воздухе находится в пределах от 700 ppm до 2500 ppm. Сравнение фактических и нормативных значений концентраций CO_2 представлены на рис.1 [8].

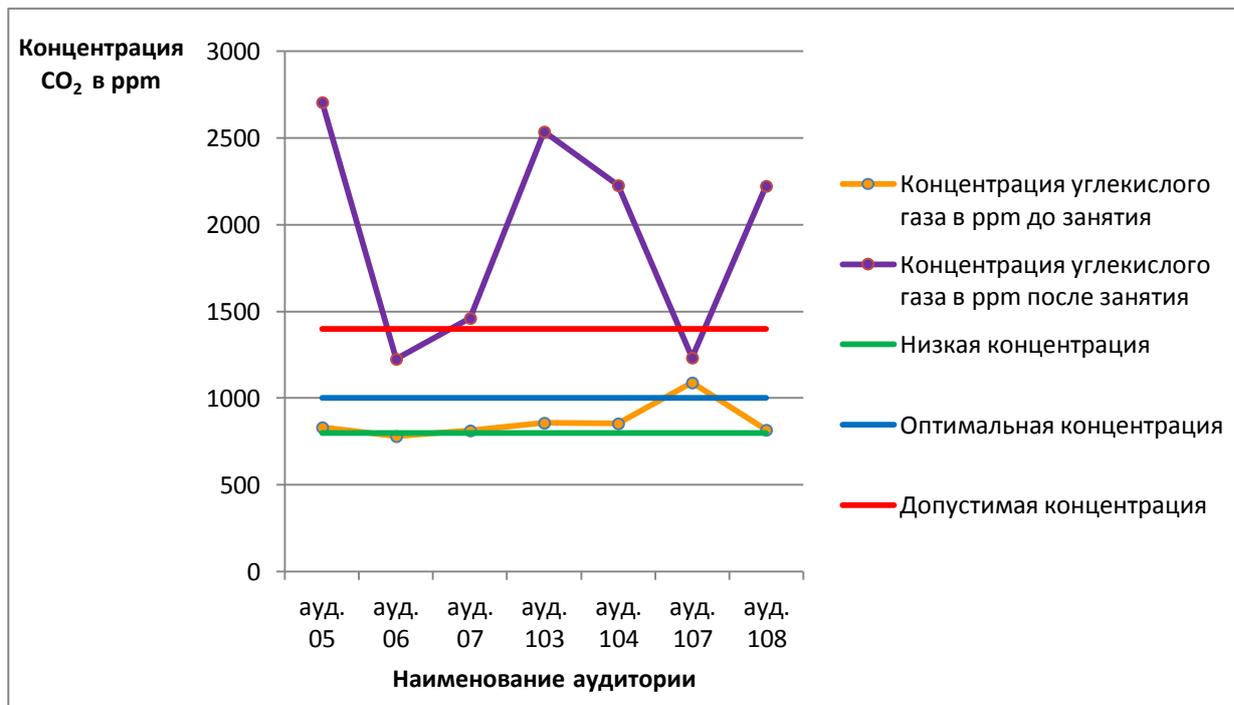


Рисунок 1. Сравнение фактических и нормативных значений концентраций CO₂ в аудиториях учебно-лабораторного корпуса №2 БрГТУ.

Из графика видно, что качество воздуха в аудиториях не соответствует нормам. Это обусловлено тем, что:

1. окна в помещениях не предусматривают инфильтрацию воздуха, чем усугубляют работу систем вентиляции;
2. существующая система естественной вентиляции не обеспечивает допустимого воздухообмена;
3. кабинеты редко проветриваются.

Рекомендуемые длительности проветривания учебных аудиторий, в зависимости от температуры наружного воздуха и продолжительностью перемен приведены в таблице 1 [9].

Таблица 1. Длительность проветривания учебных помещений

Наружная температура воздуха (в °С)	Длительность проветривания помещений (в мин)	
	в малые перемены	в большие перемены и между сменами
От + 10 до + 6	4-10	25-35
От + 5 до 0	3-7	20-30
От 0 до - 5	2-5	15-25
От -5 до - 10	1-3	10-15
Ниже -10	1-1,5	5-10

Чтобы воздух в помещениях соответствовал нормам ПДК по CO₂ необходимо обеспечить постоянный приток свежего воздуха, который будет вытеснять CO₂ и другие вредные выделения и обеспечит оптимальный воздухообмен в помещении. Также рекомендуется проверить работоспособность системы вытяжной вентиляции. По возможности, установить компактную приточную систему с возможностью рециркуляции воздуха.

Проверка качества воздуха в жилых помещениях зданий студенческого городка БрГТУ выявила, что диапазон концентрации углекислого газа в воздухе находится в

пределах от 500 ppm до 900 ppm. Данные о концентрациях углекислого газа в комнатах и их сравнение с нормативными значениями представлены на рис.2.

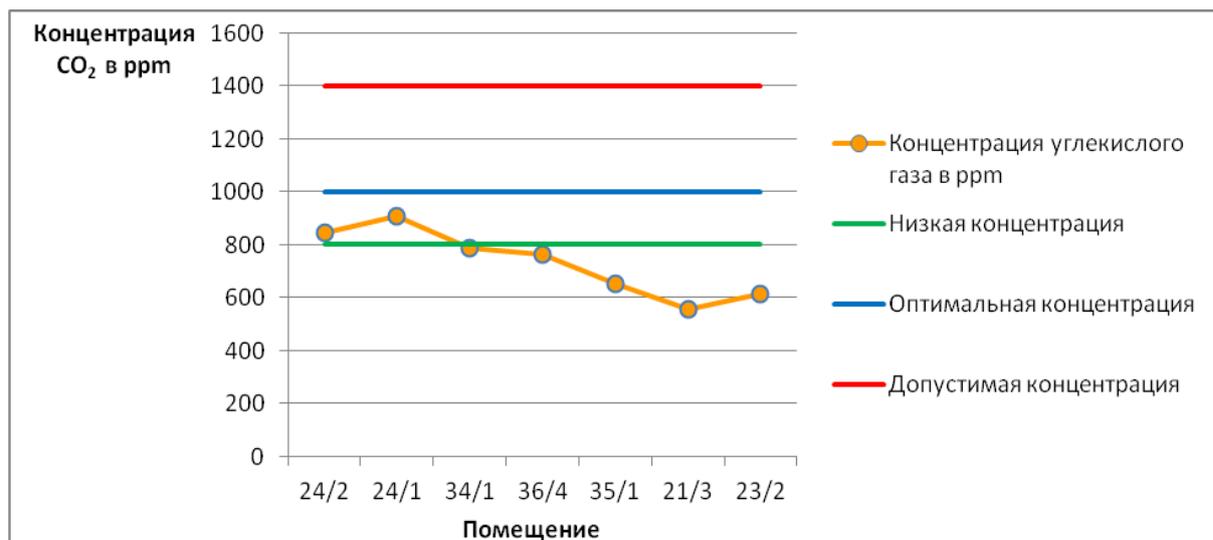


Рисунок 2. Сравнение экспериментальных и нормативных значений концентраций CO₂

Из графика видно, что качество воздуха в жилых помещениях общежития №4 БрГТУ соответствует нормам. Необходимо отметить, что измерения проводились в проветриваемых помещениях.

Список использованных источников:

1. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений. Е.Н. Бухаркин, В.М. Овсянников, К.С. Орлов и др.; Под ред. Ю.П. Соснина. – М.: Высшая школа, 2001. – 415 с.
2. Хрусталёв Б.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б.М. Хрусталёва – М.: Издательство АСВ, 2007. – 784 с.
3. Нормы CO₂ [Электронный ресурс] / TION. Режим доступа: <https://tion.ru/blog/normy-co2/>. – Дата доступа: 17.03.2020.
4. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
5. Сальникова С.Р. Влияние концентрации углекислого газа на умственную способность человека // Материалы научного семинара «Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях», Брест, 20 марта 2015г. – Брест : РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2015. – С. 29–32.
6. Копьев С.Ф., Качанов Н.Ф. Основы теплогазоснабжения и вентиляции. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1964.
7. <https://econet.ru/articles/80350-kogda-dushno-dushnoe-pomeschenie-i-giperkapniya>. – Дата доступа 09.03.2020.
8. Бойко С.В., Матлашук Д.В. Исследование качества воздуха в помещениях общественных зданий. Проблемы энергетической эффективности в различных отраслях: Материалы научного семинара, Брест, БрГТУ, 21 марта 2019 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: РУПЭ «БРЕСТЭНЕРГО», 2019. – С. 121–123.
9. График проветривания учебных помещений [Электронный ресурс] / schools.by. Режим доступа: <https://kopisskiygupk.schools.by/pages/grafik-provetrivaniya-uchebnyh-pomeschenij> – Дата доступа: 09.03.2020.