

**Особенности измерения энергетических показателей зданий
на начальной стадии эксплуатации**

Данилевский Л. Н.
ГП «Институт жилища — НИПТИС им. Атаева С. С.»
Минск, Республика Беларусь

На основании проведенных измерений показано, что энергетические характеристики многоквартирных зданий на начальной стадии эксплуатации имеют ряд особенностей, затрудняющих их измерение: температура воздуха в квартирах, поддерживается на оптимальном и выше оптимального уровне, бытовые тепловыделения во многих квартирах отсутствуют, что увеличивает потребность здания в тепловой энергии на отопление, воздухообмен составляет около 50 % от расчетной величины, что уравнивает потребление энергии стандартных зданий и аналогичных, в которых используют системы вентиляции с механическим приводом и рекуперацией тепловой энергии вытяжного воздуха.

Наиболее объективным показателем для характеристики энергоэффективности здания является удельное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию. Этот показатель принят в качестве основного во многих европейских странах [1], также в Республике Беларусь и странах СНГ [2]. Для сравнения с проектными и нормативными требованиями показатель удельного потребления тепловой энергии на отопление необходимо привести к расчетным условиям эксплуатации здания. Эта задача была поставлена и решена в [3].

В то же время, остается открытым вопрос о возможности определения показателя удельного потребления тепловой энергии для отопления и вентиляции на начальной стадии эксплуатации жилых зданий.

В практике строительства Республики Беларусь допускается сдача зданий в эксплуатацию без окончательной отделки квартир. Постепенность заселения многоквартирных жилых зданий приводит к некоторым особенностям в формировании теплового баланса, которые принимаются как должное. В первую очередь, мощность бытовых тепловыделений в здании, связанных с проживанием людей, оказывается ниже уровня, характерного для полностью заселенных зданий. Температура воздуха в квартирах может отличаться от допустимых или оптимальных значений.

В научной периодике отсутствуют систематизированные данные по поставленным проблемам.

Температура воздуха и бытовые тепловыделения в квартирах многоквартирного здания на стадии заселения.

Основой для анализа послужили результаты исследования теплотехнических показателей жилых зданий на начальной стадии эксплуатации. Выполнялись исследования температурных режимов в квартирах и потребления тепловой энергии по показаниям квартирных теплосчетчиков, а также общего счетчика энергии на отопление здания с учетом изменения температуры наружного воздуха. В качестве дополнительного показателя анализировалось потребление горячей воды в здании.

В соответствии с нормативными требованиями в каждой квартире предусмотрена возможность автоматического регулирования температуры в жилых помещениях. На рисунке представлена гистограмма среднемесячных (февраль 2018 года) значений температуры воздуха в квартирах здания. Измеренные значения температуры находятся в широком диапазоне значений от 18 до 27 °С, так что можно прогнозировать теплообмен между квартирами вследствие разности температур воздуха в квартирах.

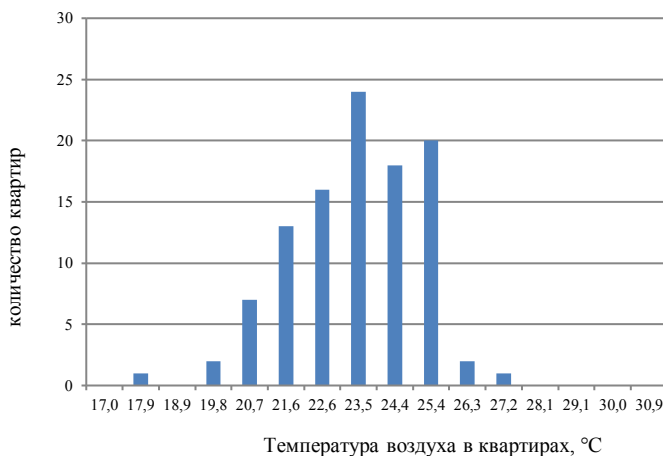


Рис. Статистическое распределение температуры воздуха, °С

На момент выполнения измерений заселенность квартир составляла около 30 %, т. е., было заселено около 40 квартир. Среднее значение температуры по приведенным данным составляет 23,6 °С, что на 30 % превышает допустимое значение температуры воздуха, 18 °С, для которой выполняются расчеты удельного потребления энергии на отопление. Поэтому

тепловые потери из здания увеличены также на 30 % по сравнению с проектным значением, около 15 кВтч/(м²·год).

Оценка количества жителей, М, проводилась по косвенному показателю, объему потребления горячей воды. Исследование удельного потребления горячей воды на одного человека, результаты которого приведены в [3] дали жителей в квартирах многоэтажных зданий. За основу было принято значение 70 л/(чел·сутки) при определении значения М.

Расчет количества жителей выполнялся из предположения расхода горячей воды 70 л/(чел·сутки) [3] и показал изменение от 130 (10.2017 г) до 220 (04.2018 г). Мощность и энергия бытовых тепловыделений приняты равными, с учетом результатов исследований, приведенных в [3], 147 Вт/чел при среднеквадратичном отклонении 7 Вт/чел.

Энергия тепловыделений в здании уменьшена на 18 кВтч/м² за отопительный сезон. Повышенная температура воздуха и пониженный уровень бытовых тепловыделений повышают потребление тепловой энергии на отопление с расчетноого значения 15 кВтч/(м²год) [3] до 48 кВтч/(м²год).

Удельное потребление тепловой энергии на отопление и вентиляцию

На стадии заселения измерение теплоэнергетических показателей зданий становится проблематичным по многим причинам. Стоит вопрос о длительности переходного периода эксплуатации.

Приведенные выше обстоятельства требуют особого подхода к измерению теплотехнических показателей зданий.

Анализ потребления тепловой энергии на отопление в отопительном сезоне 2017-2018 гг. среднемесячных значений температуры наружного воздуха в г. Гродно показал удельное потребление энергии в отопительном сезоне 2017 -2018 гг. 50,18 кВтч/м², что близко к 48 кВтч/м².

С учетом имеющейся информации о потреблении горячей воды и температуре воздуха можно выполнить расчет удельных показателей зданий для расчетных условий. Следует отметить, что в незаселенных и слабозаселенных зданиях при одинаковых значениях приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций удельные показатели зданий могут отличаться незначительно или вовсе не отличаться

Данное предположение подтверждается наблюдением за эксплуатацией четырех зданий серии 111-90 МАПИД. Это 19-ти этажные здания с отапливаемой площадью 9200 м² с одним подъездом. В здании номер один используется принудительная приточно-вытяжная вентиляция с рекуперацией тепловой энергии вентиляции выбросов. В остальных зданиях – система вентиляции с естественным побуждением.

В табл. 1 приведены значения удельного потребления тепловой энергии на отопление в отопительных сезонах 2017-18 и 2018-19 годов.

В то же время, из результатов, приведенных в табл. 1, можно сделать вывод, что удельное потребление тепловой энергии на отопление зданий практически одинаково, отличия составляют не более чем на $\pm 5\%$. Из этого следует что потери с воздухообменом в зданиях также находятся на одном уровне и равны около 20 кВтч/м^2 за отопительный сезон. Следовательно, если объем воздухообмена в здании № 1 соответствует расчетному значению, уровень воздухообмена в остальных зданиях составляет менее 50% расчетной величины.

Таблица 1

Удельное потребление энергии на отопление в отопительных сезонах 2017-2018 и 2018-2019 годов.

Отопительный сезон, год	Удельное потребление за отопительный сезон, кВтч/м^2					
	Пта-шука 1	Пта-шука 3	Пта-шука 5	Пта-шука 7	Пта-шука 9	Сред
2017 - 18	47,6	50,7	46,3	52,1	47,5	48,8
2018 - 19	53,1	49,5	45,2	51,6	48,3	49,5

Многоквартирные здания не могут рассматриваться как простое объединение многоквартирных. Энергетические характеристики многоквартирных зданий на начальной стадии эксплуатации имеют ряд особенностей:

1. Температура воздуха в квартирах, поддерживается на оптимальном и выше оптимального уровне.
2. Бытовые тепловыделения во многих квартирах отсутствуют, что увеличивает потребность здания в тепловой энергии на отопление.
3. Воздухообмен составляет около 50% от расчетной величины, что уравнивает потребление энергии стандартных зданий и аналогичных, в которых используют системы вентиляции с механическим приводом и рекуперации тепловой энергии вытяжного воздуха.

Литература

1. Implementing the energy performance of buildings directive (EPBD) / Featuring country reports 2012. - Co-funded by European Region. ADENE, 2013. – 368 p.
2. Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Правила определения: ТКП 45-2.04-196-2010. // Минск: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. Гос. Ин-т стандартизации и сертификации, 2010.
3. Данилевский, Л. Н. Энергоэффективные жилые здания: тепловая защита; утилизация тепловых выбросов; измерение теплоэнергетических показателей / Л. Н. Данилевский // LAMBERT Academic Publishing 2018. – 540 с.