

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС ВСКРЫЛ НЕДОСТАТКИ ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЫ АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ, ОБОРУДОВАННЫХ ВОДЯНЫМИ СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ

В. И. Ливчак, к. т. н., независимый эксперт по энергоэффективности зданий и систем их инженерного обеспечения

В странах Европейского союза с наступлением энергетического кризиса, когда резко увеличилась стоимость угля, нефти, газа и получаемой от их сжигания электрической и тепловой энергии, на правительственном уровне призывают население к экономии энергоресурсов, в том числе для снижения расхода тепловой энергии на отопление требуют перевести уставки термостатов на отопительных приборах, регулирующих температуру воздуха в помещениях, с комфортных значений 20–22 °С до 17 и даже 15 °С. Для контроля за соблюдением такого режима предполагается организовать обход квартир специальным представителем, уполномоченным выписывать штрафы, как это принято при отсутствии оплаченной квитанции за стоянку автомобиля.

Но, во-первых, организация контроля предполагает, что не все люди настолько законопослушны, и, во-вторых, возможны трудности с доступом в квартиры из-за нарушения тем самым прав человека на неприкосновенности его жилища. Осуществлять же контроль по показаниям, имеющимся в наличии индивидуальных на каждом отопительном приборе теплоизмерителей, или даже по квартирному теплосчетчику при конструировании системы отопления с поквартирной разводкой не представляется возможным из-за перетекания в многоквартирном доме (МКД) тепловых потоков через внутренние перегородки и перекрытия смежных квартир, имеющих низкое сопротивление теплопередаче. Расчеты, выполненные нами в [1], показывают, что возможные теплопоступления в квартиру, в которой поддерживается внутренняя температура 20 °С, от соседей, где поддерживается внутренняя температура 22 °С, происходящие от смежной квартиры на этаже через внутреннюю перегородку между ними и через пол и потолок от смежных квартир, расположенных ниже и выше этажами, составляют 33% от фактических теплопотерь искомой квартиры в расчетных условиях, то есть количество теплоты, поступающее от системы отопления и измеряемое прибором учета, составит 67% от требуемого для метеоусловий г. Москвы. А из-за того, что доля бытовых теплопоступлений в тепловом балансе квартиры с повышением температуры наружного воздуха возрастает, то процент теплопоступлений от системы отопления в квартиру с повышением наружной температуры будет снижаться и достигнет нулевого теплопотребления при $t_n = 4,7$ °С. Отсюда следует, что судить об истинном теплопотреблении из системы отопления по индивидуальным приборам учета и даже по поквартирным не представляется возможным.

Более того, для возможности обеспечения желаемой для жителя температуры воздуха в помещении вплоть до 24–26 °С, которая достигается при полном открытии клапана термостата в условиях отсутствия дефицита энергоресурсов, системы отопления проектируются с запасом поверхности нагрева отопительных приборов в 15–20%. В условиях недостатка энергоресурсов клапаны термостатов, установленных на отопительных приборах, будут автоматически раскрываться, чтобы компенсировать этот недостаток, но при этом первые по ходу воды от теплового пункта отопительные приборы получат достаточное количество энергии, чтобы компенсировать ее общий дефицит, а

последующие получают еще меньше энергии, потому что ее переберут предыдущие по ходу воды. И это произойдет как в однотрубных системах отопления, так и в двухтрубных.

Причем, если при отсутствии дефицита энергии каждый житель находил приемлемое для себя положение термостатической головки регулятора, обеспечивающее желательную температуру воздуха в помещении (сами термостаты не оцифрованы по температуре, поддерживаемого воздуха), то, получив команду на поддержание более низкой температуры воздуха, по вышеприведенной причине при каждом отклонении в недостатке энергоресурса будет происходить неконтролируемое перераспределение его между жителями МКД. Поэтому даже, если все жители были бы законопослушны и пытались настроить свои термостаты на рекомендованную для поддержания температуру воздуха в отапливаемых помещениях, они не смогли бы этого сделать.

Кстати, фирмы, продвигающие индивидуальное теплоизмерение в системе отопления, говоря о полученной экономии энергии, некорректно относят ее к установке термостатов и теплоизмерителей на отопительных приборах, хотя сами понимают, что экономия энергии создается при центральном авторегулировании системы отопления, совершенствование которого и рассматривается в данной статье. На мой взгляд, более справедливо было бы распределять теплопотребление на отопление между квартирами МКД так же, как распределяется 1-я часть платы за обслуживание системы отопления и ее теплоснабжение независимо от того, присутствуют ли жильцы в квартире или нет, — пропорционально площади квартир. Тогда нет смысла в индивидуальном теплоизмерении на отопление, а терморегуляторы на отопительных приборах следует рассматривать для удовлетворения поддержания желательной для жителя температуры внутреннего воздуха, в том числе в разных комнатах, и для повышения комфорта, предотвращая избыточные теплопоступления от солнечной радиации, которые непостоянны по времени и учету не подлежат.

Настоящее энергосбережение, в том числе и при возникающем дефиците энергии, например, при аварии или стихийном бедствии, обеспечивается применением общедомовой (местной) системы авторегулирования подачи теплоты в систему отопления МКД в автоматизированном индивидуальном тепловом пункте (АИТП) или в автоматизированном узле управления системой отопления (АУУ) при централизованном теплоснабжении от ЦТП и правильной настройкой контроллера регулятора подачи теплоты в систему отопления МКД. Такое авторегулирование совместно с оснащением домов общедомовыми приборами учета расхода тепловой энергии на отопление предусмотрено по ФЗ-261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности ...» еще с 1 июля 2012 года (статья 13, пункт 5). А настройкой контроллера регулятора подачи теплоты на отопление по графику, учитывающему не только изменяющиеся погодные условия, но и повышение доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома при увеличении температуры наружного воздуха, а также и выявленный запас тепловой мощности системы отопления, достигается экономия теплоты на 15–40 и более процентов от годового теплопотребления без дополнительных капиталовложений и при обеспечении комфортных условий пребывания жителей, что подтверждено на практике и показано в [3 и 4].

В указанном пункте ФЗ-261 от 23.11.2009, к сожалению, непосредственно не говорится о приборах регулирования подачи теплоты на отопление, а только о приборах учета, что и послужило в некоторых регионах «однобокой» реализации приборов учета без регулирования, при котором невозможно осуществить энергосбережение, но в предыдущей статье 12, в пункте 8 ФЗ-261, указано, что «в отопительный сезон лицо, ответственное за содержание многоквартирного дома, обязано проводить действия, направленные на регулирование расхода тепловой энергии в многоквартирном доме в целях ее сбережения...», и предполагается, что приборы авторегулирования уже установлены, поскольку необходимость их установки предусмотрена ранее изданным СНиП 41-02-2003 «Тепловые сети». В пункте 15.12 этого СНиПа указано: «15.12

Тепловые пункты зданий следует оснащать средствами автоматизации, приборами теплотехнического контроля, учета и регулирования», а в 15.14: «Автоматизация тепловых пунктов должна обеспечивать: регулирование расхода теплоты в системе отопления и ограничение максимального расхода сетевой воды у потребителя; ...».

Ограничение расхода теплоносителя на тепловом пункте здания обязательно, но не всегда выполняется, а предназначается, чтобы предотвратить разрегулировку тепловой сети, подобную описанной ранее в системе отопления дома при возникшем дефиците теплоты, когда первые по ходу теплоносителя потребители автоматически увеличивают отбор теплоносителя, а последним его не хватает. Только в тепловых пунктах зданий это возникает не за редким исключением в периоды аварий или вынужденного ограничения поступления энергии, а каждые сутки из-за неравномерности водопотребления в системе горячего водоснабжения, что более подробно описано в [2] и, к сожалению, не вошло в недавно вышедший СП 510.1325800.2022 «Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения».

В отличие от индивидуального авторегулирования теплопотребления на отопление, при осуществлении местного центрального авторегулирования не надо давать никаких указаний жителям о директивном снижении температуры воздуха в помещениях, которое, как показано выше, практически неосуществимо и неподконтрольно, достаточно изменить настройку контроллера регулятора подачи теплоты в систему отопления на поддержание графика на заданное снижение расхода теплоты, и во всех отапливаемых от этой системы помещениях пропорционально снизится теплопотребление автоматически, без участия в этом процессе жителей. Дело в том, что расчет системы отопления (выбор площади поверхности нагрева отопительных приборов) выполняется [5] исходя из соблюдения теплового баланса в отапливаемых помещениях с учетом компенсации теплопотерь через наружные ограждения, нагрева наружного воздуха для вентиляции этих помещений в объеме нормируемого минимального воздухообмена ($30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на 1 жителя, но не менее $0,35$ объема квартиры) и вычитания из этих теплопотерь бытовых теплопоступлений, включая поступления от электрического освещения, от пользования бытовыми электроприборами, телевизором, компьютером, от пищеприготовления, пользования горячей водой и от полотенецсушителя, а также метаболические теплопоступления от находящихся в помещении людей.

Централизованное снижение подачи теплоты в систему отопления вынудит жителей в первую очередь отменить постоянное проветривание квартиры, прикрыв форточки или щели в приоткрытых окнах (как известно, плотность современных окон в закрытом положении не позволяет обеспечить нормативный воздухообмен в квартирах, что делает возможным их держать в приоткрытом состоянии, но не в настолько открытом, чтобы не превышать норму — иначе автоматически снизится температура внутреннего воздуха, и это заставит жителя закрыть окна и форточки и перейти к периодическому проветриванию. Во-вторых, дальнейшее понижение внутренней температуры при централизованном снижении подачи теплоты вынудит жителей переставить уставку термостата в положение полного открытия клапана, что исключит неконтролируемое перераспределение теплоносителя между отопительными приборами внутри здания, когда часть термостатов может быть в открытом положении, а часть — в прикрытом, как это отмечалось выше, при индивидуальном авторегулировании. Последнее обеспечит пропорциональное снижение теплопотребления автоматически, без участия в этом процессе жителей, при централизованном ограничении его подачи с использованием общедомового контроллера — регулятора.

Но есть возможность совершенствования и местного авторегулирования подачи теплоты в систему отопления. Просматривая журнал «С.О.К.» № 7 за 2022 год, я обратил внимание на рекомендуемый график изменения тепловой нагрузки на систему отопления здания в зависимости от температуры наружного воздуха на рис. 2 из статьи [6]

об опыте реконструкции инженерных систем существующих жилых зданий в Германии (здесь это рис. 1).

На графике этого рисунка показывается изменение производительности системы водяного отопления жилого дома в зависимости от температуры наружного воздуха (синяя линия) и использование в целях экономии энергии воздушного теплового насоса, который обеспечивает тепловую нагрузку дома на отопление и среднечасовую на горячее водоснабжение до наружной температуры $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При более низких температурах следует включать дополнительный источник теплоты, которым может быть существующий котел или водонагреватель системы централизованного теплоснабжения. Энергоэффективность такого решения убедительно подтвердил автор статьи [6] С. В. Брух.

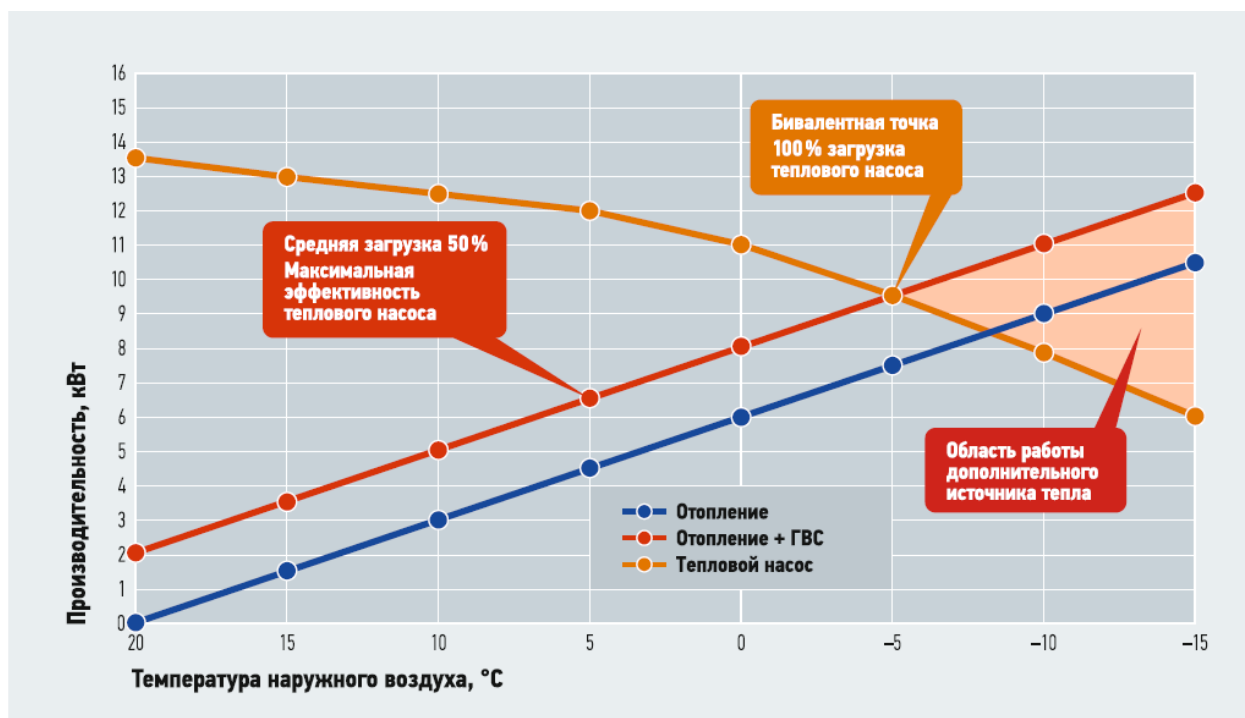


Рис. 1. График изменения тепловой нагрузки на систему отопления здания и точка подключения дополнительной системы теплоснабжения из статьи «Реконструкция инженерных систем существующих жилых зданий в Германии», опубликованной в журнале С.О.К. № 7, 2022 (стр. 38–42)

Но нас интересует синяя линия на рис. 1, демонстрирующая, что нулевая тепловая нагрузка системы отопления соответствует температуре наружного воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кажется бы, правильно — система отопления рассчитана на поддержание температуры воздуха в жилых комнатах $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, и при снижении наружной температуры ниже $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и должна включаться система отопления здания. Однако тепловой баланс здания, из которого определяется тепловая нагрузка системы отопления, включает не только теплопотери через наружные ограждения и расход теплоты на нагрев наружного воздуха для вентиляции отапливаемых помещений, но и поступление теплоты от внутренних теплоисточников и внешние теплопоступления от солнечной радиации.

Наличие этих теплопоступлений позволяет начинать отопление при более низких температурах наружного воздуха, что создает дополнительную экономию тепловой энергии на отопление, позволяя снизить выбросы углекислого газа путем сокращения объемов сжигания ископаемого топлива для получения этой энергии. Правда, при осуществлении центрального авторегулирования местных систем водяного отопления зданий солнечные теплопоступления учесть затруднительно (это возможно при разделении системы отопления на пофасадные ветки с самостоятельным центральным

авторегулированием графика подачи теплоты в зависимости от изменения наружной температуры с автокоррекцией по отклонению от заданного значения температуры воздуха в помещениях, ориентированных на данный фасад [7]), а бытовые теплопоступления учитываются путем параллельного смещения графика изменения теплопроизводительности системы отопления без учета внутренних теплопоступлений вниз в зависимости от доли внутренних теплопоступлений к расчетной тепловой нагрузке системы отопления, поскольку среднесуточная величина этих теплопоступлений практически постоянна в течение отопительного периода и не зависит от изменения температуры наружного воздуха.

Удивительно, что в Германии пренебрегают такой возможностью получения дополнительной экономии энергии при отоплении зданий. Нами еще в 1973 году [8] было предложено учитывать не только бытовые (внутренние) теплопоступления в квартирах зданий, но и увеличение их доли в тепловом балансе дома при повышении температуры наружного воздуха за счет того, что абсолютная величина этих теплопоступлений не зависит от наружной температуры, и это позволяет значительно сократить подачу теплоты на отопление дома.

Для установления значения смещения графика изменения теплопроизводительности системы отопления необходимо оценить удельную величину внутренних (бытовых) теплопоступлений в зданиях в зависимости от их назначения и плотности заселения жилых домов или размещения работающих (учащихся) в общественных и административных зданиях. Следует заметить, что до начала 70-х годов прошлого века ни в нашей стране, ни за рубежом при проектировании систем отопления зданий бытовые теплопоступления не учитывались, но случайно тепловая нагрузка системы отопления оказалась близкой к требуемой, потому что расход теплоты для нагрева наружного воздуха для вентиляции принимали не в объеме нормативного воздухообмена, а значительно ниже. В СССР для жилых зданий бытовые теплопоступления впервые были включены в СНиП П-33-75 в объеме 26 ккал/ч (30 Вт) на 1 м² площади жилых комнат и кухни при условии нормы заселения в 9 м² на одного человека, что подтверждено результатами натурных испытаний ряда типовых серий жилых зданий и отдельных домов по индивидуальным проектам, проведенных нами в МНИИТЭП, и повторно опубликовано уже в журнале «АВОК» [9].

В дальнейшем эта удельная величина административным путем без подтверждения какими-либо испытаниями неоднократно пересматривалась, остановившись в СНиП 41-01-2003 на величине согласно п. 6.3.4 «не менее 10 Вт на 1 м² пола жилых комнат и кухни» в квартирах. Но в следующей редакции СП 60.13330.2012, актуализирующей СНиП 41-01-2003, показатель удельной величины бытовых теплопоступлений исключен из текста документа, несмотря на наши неоднократные обращения к авторам документа на стадии его обсуждения и побуждая внести изменения после утверждения его Минстроем России. Наши предложения о внесении изменений в СП 60.13330.2020 опубликованы в [5].

И нам удалось-таки включить рекомендуемые обоснованные значения удельной величины бытовых теплопоступлений, приходящихся на 1 м² площади жилых помещений или расчетной площади отапливаемых помещений общественных зданий в зависимости от заселенности этих помещений, в СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» при определении удельного расхода тепловой энергии системами отопления жилых и общественных зданий за отопительный период (Приложение Г). В частности, для жилых домов принимается $q_{\text{быт}} = 17 \text{ Вт/м}^2$ площади пола жилых комнат при заселенности 20 м² площади квартир на одного человека, а при заселенности 45 м²/человека — $q_{\text{быт}} = 10 \text{ Вт/м}^2$ площади пола жилых комнат. В диапазоне между этими крайними значениями — по формуле: $q_{\text{быт}} = 17 - (A_{\text{кв}} / n - 20) \cdot 7 / 25, \text{ Вт/м}^2$, (где $A_{\text{кв}}$ — площадь квартир, n — количество жителей в доме).

Как было показано в [9], приведенные выше значения корреспондируются с европейскими нормами ISO 13790:2008 Энергетическая эффективность зданий. Расчет потребления энергии для отопления и охлаждения. В табл. G.12 Приложения G к этим нормам приводятся рекомендуемые значения внутренних теплопритоков от пользователей жилых и общественных зданий разного назначения, годовое потребление электроэнергии на освещение и пользование электроприборами, кухонным оборудованием и время использования их за средний день месяца. Пересчитав теплопритоки на среднечасовые за отопительный период значения, прибавив метаболические притоки от присутствующих людей, а для жилых домов еще и теплопоступления от полотенецсушителя и трубопроводов системы горячего водоснабжения, к которой он подключен, и от пользования горячей водой были получены такие же величины, как и в приведенной выше формуле при заселенности 40 м^2 площади квартир на одного жителя, которая принята в табл. G.12 ISO.

Применительно к условиям России рассматриваемая таблица в [10] расширена в связи с тем, что заселенность квартир в 40 м^2 на жителя у нас — больше исключение, чем правило, так же, как и 20 м^2 на одного работающего в офисах. Поэтому, таким жилым и офисным зданиям присваивается 1-я категория и дополнительно вводится 2-я категория с заселенностью в 20 м^2 площади квартир на жителя и 8 м^2 полезной площади помещений, или примерно 6 м^2 расчетной площади на одного работающего в офисах, что соответствует норме заполняемости существующих зданий в нашей стране. На основании выполненных расчетов были получены удельные среднечасовые за рабочее время внутренние теплопритоки, включая людей, электроприборы, кухонное оборудование, освещение, q_{int} , Вт/м², которые добавлены в таблицу отдельной строкой.

Теперь можно установить, к какому перерасходу теплоты на отопление жилого дома может привести отсутствие учета бытовых теплопоступлений в течение всего отопительного периода (синяя линия 1 рис. 2 — то же, что синяя линия на рис. 1), и при учете их в расчетных условиях (при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления $t_{\text{н}}^{\text{р}}$), но без учета увеличивающейся доли бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха — коричневая линия 2 на рис. 2 (прекращение отопления задается, как и в 1-м случае, при $t_{\text{н}} = t_{\text{в}} = 20 \text{ °C}$), по сравнению с рекомендуемым нами графиком — зеленая линия 3 рис. 2 (полученная параллельным смещением линии 1 на величину бытовых теплопоступлений в доме за средний час в течение отопительного периода).

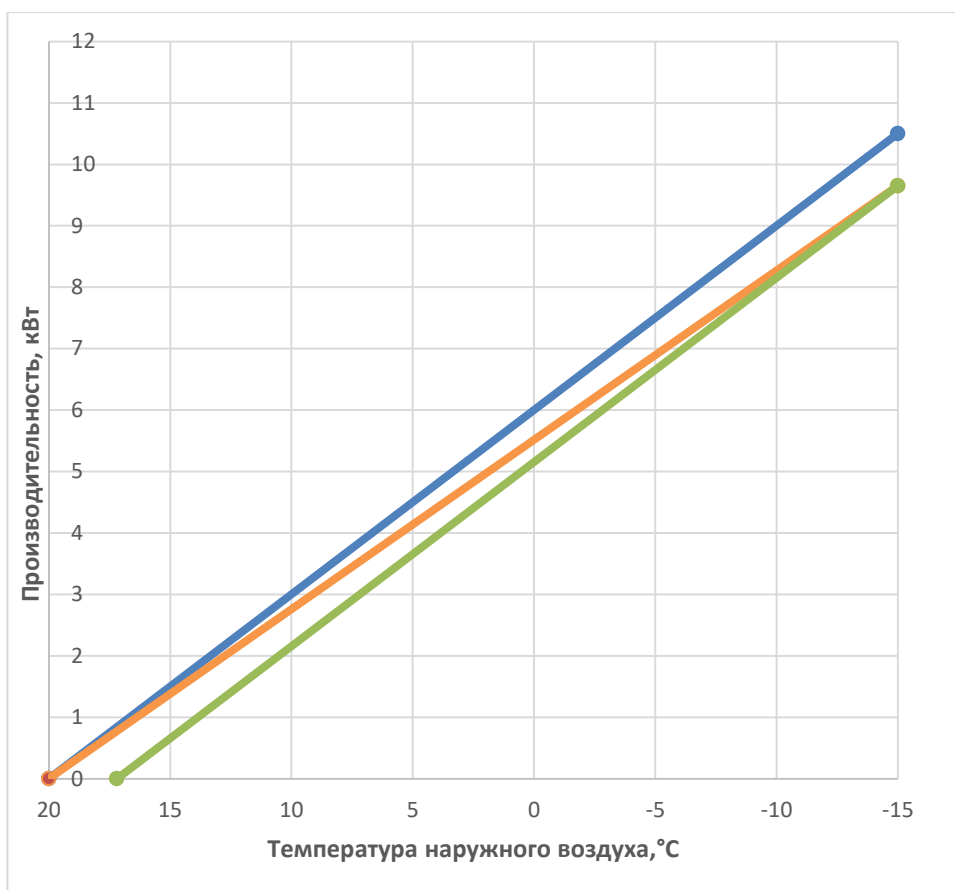


Рис. 2. Графики изменения тепловой нагрузки на систему отопления здания: без учета бытовых теплопоступлений: $Q_{\text{быт}}$ — синяя линия из рис.1; с учетом $Q_{\text{быт}}$ при t_n^p — коричневая линия; а также еще и с учетом повышения доли $Q_{\text{быт}}$ в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха, когда t_n при $Q_{\text{от}} = 0 = 17,2$ °C — зеленая линия

Мы не знаем, какова общая площадь (в целом квартиры) и жилая (жилых комнат) площадь, но в первой части статьи, размещенной в предыдущем номере журнала «С.О.К.», приводится, что средняя жилплощадь в Германии составляет 47 м² на каждого жителя страны, противопоставляя ее России, где, по данным Росстата, приводится в среднем на одного жителя 24 м² жилья (в Москве — 20-22 м², потому что практически отсутствуют индивидуальные малоэтажные дома, которые, как правило, имеют большую площадь). Тогда, принимая среднюю заселенность квартиры в Германии три человека, получаем, что общая площадь дома составит $A_{\text{кв}} = 47 \cdot 3 = 141$ м², а площадь жилых комнат, с учетом которой определяются бытовые теплопоступления, $A_{\text{ж}} = 0,6 \cdot 141 = 85$ м². Соответственно, бытовые теплопоступления будут $Q_{\text{быт}} = 10 \cdot 85 \cdot 10^{-3} = 0,85$ кВт, а истинная расчетная теплопроизводительность системы отопления при t_n^p с учетом бытовых теплопоступлений (без учета она составляла из графика на рис. 2 из [6] 10,5 кВт) будет $Q_{\text{от.}^p} = 10,5 - 0,85 = 9,65$ кВт или $Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.}^p} = 0,85/9,65 = 0,088$. Это значит, что установленная площадь поверхности нагрева отопительных приборов в доме завышена на 8,8% из-за того, что при расчете нагрузки на эти приборы не учитывали бытовые теплопоступления.

Также, зная соотношение $Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.}^p}$, можно определить температуру наружного воздуха, при которой следует прекращать отопление при переходе на предложенный график подачи теплоты: $t_n \text{ при } Q_{\text{от}} = 0 = (t_{\text{в}} + t_n^p \cdot Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.}^p}) / (1 + Q_{\text{быт}}/Q_{\text{от.}^p}) = (20 - 15 \cdot 0,088) / (1 + 0,088) = 17,2$ °C. Тогда из закона подобия прямоугольных треугольников на графике, образуемых зеленой линией на рис. 2, находим расход тепловой энергии, потребляемой системой отопления при средней за отопительный период температуре наружного воздуха

$t_n^{cp} = +2,5 \text{ }^\circ\text{C}$: $Q_{от.}^{cp} = Q_{от.}^p \cdot (t_n \text{ при } Q_{от.} = 0 - t_n^{cp}) / (t_n \text{ при } Q_{от.} = 0 - t_n^p) = 9,65 \cdot (17,2 - 2,5) / (17,2 - (-15)) = 4,4 \text{ кВт}$. Градусо-сутки отопительного периода (ОП) при его длительности $n_{оп} = 155$ суток и температуре внутреннего воздуха $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ будут: $ГСОП = (t_b - t_n^{cp}) \cdot n_{оп} = (20 - 2,5) \cdot 155 = 2550$.

Удельное теплотребление дома на отопление за отопительный период $q_{от.}^{год}$ для трех вариантов учета бытовых теплопоступлений соответственно будет:

- с учетом $Q_{быт}$ при определении $Q_{от.}^p$ и постоянства бытовых теплопоступлений в течение ОП ($t_n \text{ при } Q_{от.} = 0 = 17,2 \text{ }^\circ\text{C}$): $q_{от.}^{год} = Q_{от.}^{cp} \cdot n_{оп} \cdot 24 / A_{кв} = 4,4 \cdot 155 \cdot 24 / 141 = 116,1 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ (зеленая линия).
- с учетом $Q_{быт}$ при определении $Q_{от.}^p$, при $t_n \text{ при } Q_{от.} = 0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и $Q_{от.}^{cp} = 9,65 \cdot (20 - 2,5) / (20 - (-15)) = 4,83 \text{ кВт}$: $q_{от.}^{год} = 4,83 \cdot 155 \cdot 24 / 141 = 127,3 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ (коричневая линия);
- без учета $Q_{быт}$ и $Q_{от.}^{cp} = 10,5 \cdot (20 - 2,5) / (20 - (-15)) = 5,25 \text{ кВт}$: $q_{от.}^{год} = 5,25 \cdot 155 \cdot 24 = 138,5 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ (реализация авторегулирования отопления по графику синей линии).

Итак получается, что перерасход тепловой энергии на отопление жилого дома без учета бытовых теплопоступлений в тепловом балансе дома даже при их минимальной величине $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ площади жилых комнат из-за низкой плотности заселения составляет: $(138,5 - 116,1) \cdot 100 / 116,1 = 19,3\%$, что достаточно убедительно для пересмотра методики определения годового теплотребления на отопление зданий и соответствующей перенастройки контроллера авторегулятора. Перерасход теплотребления на отопление дома за отопительный период при учете бытовых теплопоступлений в расчете производительности системы отопления, но без учета повышения их доли в тепловом балансе дома с повышением температуры наружного воздуха выше расчетной (коричневая линия, приходящая в ноль расхода теплоты при $t_n = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) составит: $(127,3 - 116,1) \cdot 100 / 116,1 = 9,7\%$.

Эти выводы, судя по высказанному в [6] «утеплению стен пенопластом толщиной 10 см» и замене окон на «современные двухкамерные стеклопакеты», относятся к дому после комплексного капремонта, теплозащита которого выполнена примерно в том же объеме, как и в нашей стране после выхода СНиП 23-02-2003, то есть на соответствие базовым значениям. По отношению к нашим муниципальным многоквартирным домам с плотностью заселения в $20 \text{ м}^2/\text{человека}$ и удельными бытовыми теплопоступлениями $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ площади жилых комнат квартиры экономия энергии возрастает в большей степени: при неучете бытовых теплопоступлений на примере 12-этажного дома-башни серии П-18-01/12 перерасход теплоты будет $(133 - 76) \cdot 100 / 76 = 75\%$ по отношению к годовому расходу теплоты при учете бытовых теплопоступлений в полном объеме, что значительно больше, чем в предыдущем примере при удельной величине бытовых теплопоступлений в $10 \text{ Вт}/\text{м}^2 - 19,3\%$.

Запас площади поверхности нагрева отопительных приборов составил $K_{зап.} = 215,9 / 169,2 = 1,28$ (где $215,9 \text{ кВт}$ — расчетный расход тепловой энергии на отопление без учета бытовых теплопоступлений, а $169,2 \text{ кВт}$ — то же, но с учетом бытовых теплопоступлений в размере $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ жилой площади квартиры). Этот запас реализуется изменением расчетных параметров теплоносителя, циркулирующего в системе отопления, в соответствии с методикой, изложенной в Приложении А в [5], например, при запасе 28% расчетные параметры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах должны быть $81,5-61,7 \text{ }^\circ\text{C}$, вместо проектных $95-70 \text{ }^\circ\text{C}$. Если же бытовые теплопоступления учитывают при расчете системы отопления, но не учитывают увеличивающуюся их долю в тепловом балансе дома при повышении t_n , то удельное теплотребление дома на отопление за отопительный период составит $104 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год, а перерасход теплоты будет $(104 - 76) \cdot 100 / 76 = 37\%$. Но, если принять при этом заниженное значение удельной величины бытовых теплопоступлений, например, $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$ вместо $17 \text{ Вт}/\text{м}^2$ согласно заселенности, то перерасход теплоты будет уже $(116 - 76) \cdot 100 / 76 = 53\%$ по сравнению с 37% при $q_{быт} = 17 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Подобное было подтверждено на практике в условиях

эксплуатации на домах этой же серии после комплексного капитального ремонта с утеплением и заменой окон [3 и 11].

При установке рекуператора нагрева приточного наружного воздуха за счет удаляемого вытяжного либо при отоплении общественного здания с механической приточной вентиляцией и централизованным нагревом наружного воздуха в калориферах учет бытовых теплопоступлений в расчетных условиях и при эксплуатации приведет к еще большей экономии энергии, потому что составляющая потеря теплоты в тепловом балансе дома на нагрев наружного воздуха для вентиляции выпадает из нагрузки системы отопления, что значительно увеличивает долю в этом балансе бытовых теплопоступлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ливчак В. И. К вопросу поквартирного учета тепловой энергии на отопление. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1, 2019.
2. Ливчак В. И. Новая редакция СП «Тепловые пункты ...» нарушает принципы централизованного теплоснабжения и не нацелена на энергосбережение при их эксплуатации. «Инженерные системы» АВОК Северо-Запад, № 1, 2022.
3. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Преодоление разрыва между политикой энергосбережения и реальной экономией энергоресурсов // Энергосбережение. 2011. № 4.
4. Ливчак В. И. Оптимизация алгоритма подачи теплоты на отопление в зданиях: экономия от 15 до 40% и более без дополнительных инвестиций // Энергосбережение. 2020. № 2.
5. Ливчак В. И. Предложения о внесении изменений в СП 60.13330.2020 // АВОК. 2022. № 5.
6. Брух С. В. Реконструкция инженерных систем существующих жилых зданий в Германии // СОК. 2022. № 7.
7. Ливчак В. И., Чугункин А. А., Оленев В. А. Энергоэффективность пофасадного автоматического регулирования систем отопления // Водоснабжение и сантехника. 1986. № 5.
8. Ливчак В. И. О температурном графике отпуска тепла для систем отопления жилых зданий // Водоснабжение и санитарная техника. 1973. № 12.
9. Ливчак В. И. Учет внутренних теплопоступлений в жилых домах // АВОК 2013. № 6.
10. Ливчак В. И. Гармонизация исходных данных российских норм, определяющих величину внутренних теплопоступлений, с европейскими нормами // АВОК. 2014. № 1.
11. Ливчак В. И., Забегин А. Д. Стратегия авторегулирования систем отопления МКД // Энергосбережение. 2016. № 3.