

УДК 697.34

Чичерин Станислав Викторович

аспирант

E-mail: man_csv@hotmail.com

Омский государственный университет путей сообщения

Адрес организации: 644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, д. 35

Збараз Леонид Иосифович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: Zbaraz_Len@ukr.net

НТУ Харьковский Политехнический институт

Адрес организации: 61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, д. 21

Теплотехническая характеристика квартальной застройки – причина прекратить строительство микрорайонов

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – выявить, чем, с точки зрения использования энергоресурсов, квартальная застройка отличается от микрорайонной, и не приведет ли она к снижению энергоэффективности тепловых сетей и систем отопления. Эта задача актуальна. В последние годы в архитектурно-строительной среде активно обсуждается идея перехода от микрорайонной застройки к квартальной, т.к. она является более прогрессивной и комфортной для жителей.

Результаты. Основные результаты исследования состоят в установлении того факта, что, несмотря на все достоинства квартальной застройки, девелоперы не прилагают достаточных усилий для ее развития, прикрываясь требованиями к инсоляции, шумозащищенности и противопожарной безопасности. Средняя относительная доля тепловых потерь при микрорайонной застройке – 7,60 %. Эта величина заметно больше соответствующей квартальной застройке территории (4,23 %), когда тепловые сети прокладываются преимущественно по техническому подполью проектируемых и существующих зданий.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в доказательстве того, что квартальная застройка также более эффективна с точки зрения использования тепловой энергии. При использовании меньшего количества энергоресурсов при эксплуатации дома средней этажности жильцы тратят меньшее количество денежных средств после покупки такой недвижимости.

Ключевые слова: теплоснабжение, высотное здание, компактность, отопление, насос, независимый.

Введение

4 декабря 2018 г. на расширенном заседании комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера было заявлено, что более 3,5 тыс. га неэффективно используемых федеральных земель будут ежегодно вовлекаться в оборот под строительство жилья и инфраструктуры [1]. Согласно утвержденному правительством плану в 2025 году потребление тепловой энергии должно снизиться на 3,75 млн. Гкал, в 2030 – на 59,6 млн. Гкал [2]. Один из возможных резервов снижения теплопотребления при росте объемов строительства – это жилищный сектор. Квартальная застройка с 2014 года привлекает специалистов своей рациональностью. В 2018 г. опубликована статья [3], где описывается, как на людей воздействует городское пространство. Среда, окружающая горожанина, может способствовать позитивному восприятию жизни, а может, наоборот, препятствовать, причем, достигается это довольно понятными и простыми методами [4]. Работы [5, 6] также приводят преимущества и недостатки кварталов и микрорайонов, но сравнение осуществляется без численных характеристик.

Альвс и др. [7] оценивают потенциал энергосбережения, однако лишь высотных офисных зданий, небоскребов. Особенности использования современных типов высотных

зданий для увеличения плотности и улучшения качественных характеристик населенных пунктов показаны в работе [8]. Управление теплогидравлическим режимом системы централизованного теплоснабжения крупного населенного пункта может быть представлено управлением упрощенной цепочкой: массив источников тепловой энергии – массив ее потребителей, состояние обоих элементов которой, в основном, зависит лишь от температуры наружного воздуха [9]. Кай и др. [10] анализируют здание, как элементарного потребителя тепловой энергии, моделируя поведение систем отопления и ГВС в динамике. В работе [11] оптимизируются показатели энергоэффективности ограждающих конструкций, причем моделируется работа системы отопления в нестационарном режиме. Методы оптимизации, в отличие от метода критериального сравнения, вообще получили большое распространение последнее время [12-14], что может быть объяснено высокой производительностью домашних и офисных компьютеров. Вайсманн и др. [15] описали разнородность тепловых нагрузок типового жилого квартала, но на примере квартала, находящегося в Германии. Применительно к индивидуальному жилищному строительству оптимальная конфигурация и тепловые потери рассматриваются в [16]; технологии строительства многоэтажных жилых домов не затрагиваются. Лидберг и др. [17] связывают тепловые потери зданий, величину потребляемой энергии и отрицательное влияние на окружающую среду. Тепловые потери трубопроводов тепловых сетей не раз становились предметом исследований [18, 19], однако делается это чаще без привязки к более конкретной задаче, например, задачи сравнения двух типов застройки.

Вышесказанное не позволяет выполнить верификацию результатов настоящего исследования путем сравнения с результатами, полученными другими авторами.

Таким образом, требуется выяснить, чем с точки зрения использования энергоресурсов квартальная застройка отличается от микрорайонной и не приведет ли это к снижению энергоэффективности тепловых сетей и систем отопления. Одновременно целесообразно предложить достойный методологический инструмент, позволяющий это сделать, и выявить существующие препятствия для начала повсеместного компактного домостроения.

Объект и метод исследования, его критерии

Основным методом исследования выбран метод сравнения. Аналогичный метод критериального сравнения используется в публикациях [5, 6]. Критериями сравнения стали:

- величина удельных нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь распределительных (внутриквартальных) тепловых сетей;
- характеристика ограждающих конструкций;
- компактность здания;
- тепловые нагрузки: отопительная и среднечасовая нагрузка на нужды ГВС;
- годовые денежные затраты на покупку электроэнергии для привода теплотехнического оборудования.

Объект сравнения – здания жилых домов квартальной и микрорайонной застройки, внутридомовые коммуникации, транспортирующие тепловую энергию, а также внутриквартальные тепловые сети, доставляющие тепло в виде горячей воды от точки подключения квартала (микрорайона) до границы теплового пункта, находящегося внутри жилого дома. Переход от специфичных характеристик, выработка общих суждений и повышение достоверности исследования, в целом, производились путем увеличения множества зданий и сетей, составляющих объект исследования. В рассмотрении не принимался европейский концепт систем централизованного теплоснабжения четвертого поколения (4th Generation District Heating – 4GDH), предполагающий снижение температурного графика (Low-Temperature District Heating – LTDH), снижение тепловых потерь [20] и вовлечение в процесс генерации нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [21].

Способы расчета величин компактности и стоимости энергоресурсов

Расчетный показатель компактности здания k_e^{des} вычислялся по уравнению:

$$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h}, \quad (1)$$

где A_e^{sum} – сумма площадей внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций: кровли, пола технического подполья и стен здания, м²;

V_h – отапливаемый объем здания, м³ (СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий).

Величина компактности, как критерий сравнения, также используется в работах [22, 16].

Годовой расход электроэнергии, потребляемой насосом, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{nl} = N_{nl} \cdot t_{o.c.}, \quad (2)$$

где N_{nl} – мощность электродвигателя насоса, кВт;

$t_{o.c.}$ – нормативная продолжительность отопительного периода в населенном пункте (для насоса системы отопления) или количество дней работы в году системы ГВС по закрытой схеме (для насоса системы ГВС), ч.

Например, в г. Саранске нормативная продолжительность отопительного периода составляет 209 суток.

Годовые денежные затраты на покупку электроэнергии для привода насоса:

$$S_I = \mathcal{E}_{nl} \cdot C, \quad (3)$$

где C – стоимость 1 кВтч электроэнергии.

Математическая модель определения расчетных тепловых потерь

Определение нормируемых эксплуатационных часовых тепловых потерь выполнялось с учетом информации по каждому отрезку тепловой сети (способе прокладки, характеристике тепловой изоляции, диаметре и длине участка и т.п.) при усредненных в течение года параметрах теплоносителя и окружающей среды согласно удельным величинам тепловых потерь, указанных в нормативных документах.

Определение часовых тепловых потерь при среднегодовых условиях работы тепловой сети по нормам тепловых потерь производилось отдельно для подземной и наземной прокладок на основании следующих выражений:

- для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{норм.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}; \quad (4)$$

- для наземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам:

$$Q_{норм.п.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.п.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}, \quad (5)$$

$$Q_{норм.о.}^{ср.з.} = \dot{a} (q_{норм.о.} \times L \times \mathbf{b}), \text{ кВт}, \quad (6)$$

где $q_{норм.}$, $q_{норм.п.}$, $q_{норм.о.}$ – нормативные часовые тепловые потери, рассчитанные для каждого диаметра трубопровода при среднегодовых температурах, для подземной прокладки суммарно по подающему и обратному трубопроводам и отдельно для наземной прокладки, Вт/м;

L – протяженность отрезка диаметра d_n в двухтрубном исчислении при подземной прокладке и по подающему (обратному) трубопроводу при наземной прокладке, м;

\mathbf{b} – коэффициент местных тепловых потерь, показывающий тепловые потери арматурой, компенсаторами, металлическими опорами (при наличии). Для подземной канальной и наземной прокладок был выбран равным 1,2 при диаметрах трубопроводов до 0,15 м и 1,15 при диаметрах 0,15 м и более, а также при всех диаметрах бесканальной прокладки.

Величины удельных часовых тепловых потерь при среднегодовой разности температур сетевой воды и окружающей среды (грунта или воздуха), отличающейся от значений, приведенных в нормативных документах, вычислялись путем линейной интерполяции или экстраполяции.

Интерполяция производилась на среднюю за год температуру теплоносителя в подающем или обратном трубопроводе теплосети или на результат вычитания параметров горячей воды и грунта для данной тепловой сети (или на разность среднегодовых температур воды в соответствующих трубопроводах и наружного воздуха для данной местности).

Среднегодовые условия работы рассчитывались по результатам наблюдений температурами наружного воздуха и грунта на глубине заложения трубопроводов, принимаемых по климатологическим справочникам или по данным метеорологической

станции. Среднегодовые температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах находят математическое ожидание среднемесячных температур в соответствующих трубопроводах системы централизованного теплоснабжения на протяжении отопительного и межотопительного сезона. Среднемесячные температуры теплоносителя определяют по температурному графику, принятому в практике эксплуатации, при среднемесячной температуре наружного воздуха.

Нормативные часовые тепловые потери при подземной прокладке – суммарно по подающему и обратному трубопроводам $q_{норм.}$, Вт/м, определялись по уравнению:

$$q_{норм.} = q_{норм.}^{T1} + (q_{норм.}^{T2} - q_{норм.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.}^{cp.z.} - D_{ср.}^{T1}}{D_{ср.}^{T2} - D_{ср.}^{T1}}, \quad (7)$$

где $q_{норм.}^{T1}$, $q_{норм.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери суммарно по подающему и обратному трубопроводам каждого диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем, чем для данной сети) нормативных величинах среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта, Вт/м;

$D_{ср.}^{cp.z.}$ – средняя за год разница температур теплоносителя и грунта, °С;

$D_{ср.}^{T1}$, $D_{ср.}^{T2}$ – смежные (соответственно меньшее и большее, чем для данной сети) табличные величины средней за год разницы температур сетевой воды и грунта, °С.

Значение среднегодовой разности температур сетевой воды и грунта $D_{ср.}^{cp.z.}$ (°С) определяют по формуле:

$$D_{ср.}^{cp.z.} = \frac{t_{н.}^{cp.z.} - t_{о.}^{cp.z.}}{2} - t_{ср.}^{cp.z.}, \quad (8)$$

где $t_{н.}^{cp.z.}$, $t_{о.}^{cp.z.}$ – среднегодовая температура теплоносителя соответственно в подающем и обратном трубопроводах системы теплоснабжения, °С;

$t_{ср.}^{cp.z.}$ – среднегодовая температура грунта на глубине заложения трубопроводов, °С.

Для надземной прокладки отдельно по подающему и обратному трубопроводам $q_{норм.л.}$, $q_{норм.о.}$, Вт/м, определялись по формулам:

$$q_{норм.л.} = q_{норм.л.}^{T1} + (q_{норм.л.}^{T2} - q_{норм.л.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.л.}^{cp.z.} - D_{ср.л.}^{T1}}{D_{ср.л.}^{T2} - D_{ср.л.}^{T1}}, \quad (9)$$

$$q_{норм.о.} = q_{норм.о.}^{T1} + (q_{норм.о.}^{T2} - q_{норм.о.}^{T1}) \times \frac{D_{ср.о.}^{cp.z.} - D_{ср.о.}^{T1}}{D_{ср.о.}^{T2} - D_{ср.о.}^{T1}}, \quad (10)$$

где $q_{норм.л.}^{T1}$, $q_{норм.л.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери по подающему трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) значениях среднегодовой разности температур теплоносителя и наружного воздуха, Вт/м;

$q_{норм.о.}^{T1}$, $q_{норм.о.}^{T2}$ – удельные часовые тепловые потери по обратному трубопроводу для данного диаметра при двух смежных (соответственно меньшем и большем) значениях среднегодовой разности температур теплоносителя и наружного воздуха, Вт/м;

$D_{ср.л.}^{cp.z.}$, $D_{ср.о.}^{cp.z.}$ – среднегодовая разность температур соответственно теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах и наружного воздуха для данной тепловой сети, °С;

$D_{ср.л.}^{T1}$, $D_{ср.л.}^{T2}$ – смежные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур теплоносителя в подающем трубопроводе и наружного воздуха, °С;

$D_{ср.о.}^{T1}$, $D_{ср.о.}^{T2}$ – смежные значения (соответственно меньшее и большее) среднегодовой разности температур теплоносителя в обратном трубопроводе и наружного воздуха, °С.

Методика определения расчетных тепловых нагрузок

Тепловая отопительная нагрузка зависит:

- от района строительства здания. Например, участок под строительство жилого дома № 13 расположен в северо-восточной части г. Саранска на территории, ограниченной ул. Волгоградской и автодорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) в

пятом микрорайоне по физико-географическим характеристикам относится ко ПВ климатическому подрайону;

- от удельной отопительной характеристики здания;
- от наружного строительного объема здания;
- от расчетной температуры внутреннего воздуха отапливаемых помещений.

Расчётная температура внутреннего воздуха в помещениях принималась в соответствии с указаниями СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные;

- от расчетной температуры наружного воздуха для проектирования системы отопления. В г. Саранске расчетная температура наружного воздуха – минус 30°С;

- от расчетного коэффициента инфильтрации при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления, в свою очередь зависящего от свободной высоты здания и от расчетной, для данной местности, скорости ветра в течение отопительного сезона.

Нагрузка ГВС имеет неравномерный характер, как в течение недели, так и суток. Среднечасовой расход теплоты на бытовое горячее водоснабжение жилых и общественных зданий определяем по формуле:

$$Q_{с.в.}^{ср} = \frac{c \cdot m \cdot a (t_c - t_x)}{24}, \quad (11)$$

где $Q_{с.в.}^{ср}$ – среднечасовая тепловая нагрузка на нужды ГВС, Гкал/ч;

c – теплоемкость воды, кДж/кг°С;

m – число жителей в здании, чел.;

a – норма расхода горячей воды (для жилых домов на одного человека), л/сут.;

t_c – температура горячей воды, подаваемой в систему ГВС, °С;

t_x – температура водопроводной воды перед теплообменником ГВС, °С.

Материалы исследования: источники графической информации, финансовых и технических данных

Данные о климатических условиях районов строительства приведены на основании СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Стоимость энергоресурсов оценивалась по материалам региональных энергетических комиссий субъектов Российской Федерации. Например, тариф на электрическую энергию для населения города Омска, установленный Региональной энергетической комиссией Омской области с 1 июля по 31 декабря 2018 года составляет 3,68 руб. за 1 кВт.ч (с учетом НДС). Техничко-экономические характеристики оборудования теплового пункта взяты как средние значения величин, приведенных в опросных листах поставщиков.

Исходными данными для исследования являются:

- рабочая документация жилого дома (пл. № 13 по генплану) объекта: «Комплексная застройка многоэтажными жилыми домами на участке между ул. Волгоградская и автомобильной дорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) г. Саранска»;

- альбомы рабочей документации «Строительство внеплощадочных сетей в районе ул. Завертяево для комплексной застройки территории» (г. Омск);

- проектная документация на строительство тепловой сети от тепловой камеры ТК-283 до многоэтажного жилого комплекса в 26 микрорайоне, п. Замелекесье. Проектируемый объект расположен в республике Татарстан в черте г. Набережные Челны;

- проект на объект «Комплексная застройка территории квартала», расположенного по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, г. Сертолово, мкр-н Сертолово-2, ул. Мира»;

- проект на объект «Жилой малоэтажный комплекс» по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, г. Сертолово, мкр-н Черная речка, Восточно-Выборгское шоссе, участок № 2 и существующей застройки в мкр-не Черная речка»;

- и другие, всего более десяти источников по каждому типу.

Выбор проектной документации осуществлялся исходя из соображений ее доступности и требований к новизне: не старше 5 лет на момент проведения исследования (третий-четвертый квартал 2018 г.). Так, проект застройки, приведенного

выше, пятого микрорайона в г. Саранске разработан на основании задания на проектирование, утвержденного ОАО «Мордовская ипотечная корпорация», технического отчета об инженерно-строительных изысканиях, разработанных ООО «Мордовский научно-производственный институт инженерных изысканий», с повторным применением документации жилого дома (пл. № 14 по генплану), по которой получено положительное заключение ГАУ «Управление государственной экспертизы Республики Мордовия» № 13-1-5-0123-15 от 30 марта 2015 года. Использование проектной и рабочей документации для достоверного моделирования характеристик строящихся зданий возможно только при условии соблюдения технологии проведения строительно-монтажных работ на всех этапах возведения площадных и линейных объектов капитального строительства [23].

Архитектурно-строительная характеристика объектов микрорайонной и квартальной застройки

С архитектурной точки зрения гармонизация квартальной застройки производится с учетом средств гармонии: пропорций и масштаба. Гармония выявляет общую логику развития, разделение социального (общественного) пространства города и личного (дворового). Каждая форма такого здания является неотъемлемой частью живого организма города, улицы. Основным достоинством квартальной застройки, с точки зрения восприятия человека, является соизмеримость масштабу последнего, а также взаимодействие здания с ним. Архитектурный облик позволяет выделить стилистические особенности, например, здание решено в крупном ордере.

С другой стороны, среди архитектурных элементов микрорайонной застройки прослеживается несочетание крупных геометрических форм основных объемов с элементами малых форм, что не создает гармоничности в пространственном восприятии здания. Выразительность и целостность фасадов зданий микрорайонной застройки нарушается сочетанием остекленных вертикалей лоджий и глухих плоскостей стен.

Для микрорайонной застройки более типично высотное домостроение (девять и более этажей). Как правило, схема размещения домов при микрорайонной застройки чем-то напоминает «шахматный порядок», что связано с требованиями по инсоляции помещений. Согласно действующему законодательству, любое здание должно быть размещено по сторонам света с учетом инсоляции всех помещений. Длительность попадания солнечного света в помещения должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». Типовая схема размещения домов при микрорайонной застройке показана на рис.

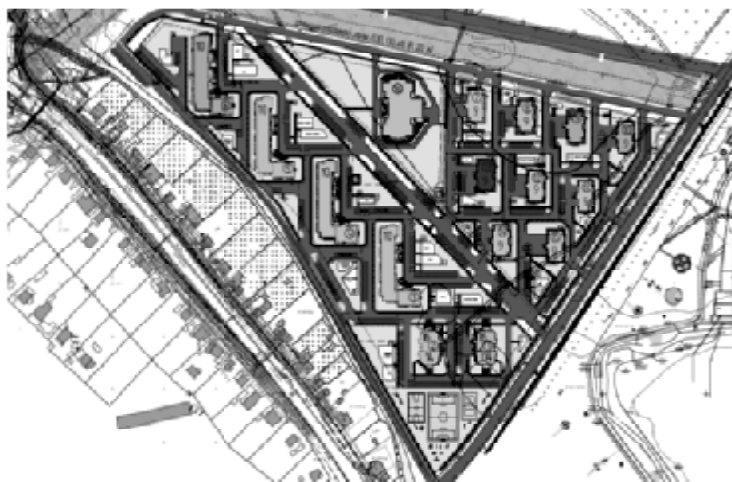


Рис. План размещения объекта «Комплексная застройка многоэтажными жилыми домами на участке между ул. Волгоградская и автомобильной дорогой на с. Кочкурово (в районе р. Тавла) г. Саранска» (иллюстрация авторов)

Более подробно особенности развития территории при выборе способа ее застройки микрорайонами описаны в [5].

Теплотехническая характеристика объектов микрорайонной и квартальной застройки

Расчетная тепловая нагрузка этого многоэтажного жилого дома в г. Саранске составила в итоге 517,32 кВт, в том числе:

- на отопление – 254,72 кВт при следующих климатических параметрах населенного пункта: расчетная скорость воздуха в зимний период 6,9 м/с, в летний 1,0 м/с;

- на горячее водоснабжение (ГВС) – 262,60 кВт.

Нагрузка определена из тех соображений, что в доме предполагается разграничение 54 квартир общей площадью 2850,3 м². Исходя из статьи 7 действующей редакции (от 07.03.2018) Федерального закона от 30.12.2012 № 283-ФЗ «О социальных гарантиях сотрудникам некоторых федеральных органов исполнительной власти и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», норма предоставления площади жилого помещения составляет 18 квадратных метров общей площади жилого помещения на каждого члена семьи при семье из трех и более человек. Тогда в этом жилом доме может проживать 158 человек, что увеличивает максимальную расчетную нагрузку ГВС и требует установки более мощного (а значит дорогостоящего) оборудования. Нагрузка на ГВС имеет ярко выраженную суточную неравномерность, что принимается во внимание в работе [10], где создается оптимальный график потребления тепловой энергии тепловым пунктом.

Сопrotивления теплопередаче для наружных ограждений определены расчетом и сведены в табл. 1.

Таблица 1

Теплотехническая характеристика ограждающих конструкций

Наименование и конструкция ограждения	Сопrotивление теплопередаче R, м °С/Вт
1. Наружные стены из глиняного кирпича с облицовкой керамическим кирпичом с внутренней штукатуркой ЕКО-Терм-П	1,49
2. Окон и балконных дверей	0,56
3. Входных дверей	0,93
4. Перекрытие над подвалом	1,87
5. Чердачных перекрытий (холодного чердака)	3,94

Наружные стены здания (п. 1, табл. 1) запроектированы из полнотелого утолщенного керамического кирпича по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические». Общие технические условия с облицовкой керамическим лицевым кирпичом толщиной 640 мм. Внутренние стены толщиной 380 мм и 510 мм из полнотелого кирпича по ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия.

Здесь следует заметить, что снижение этажности позволяет поменять материалы строительных конструкций на материалы, имеющие меньшую несущую способность, но лучшие теплотехнические характеристики.

Геометрические характеристики помещений объектов микрорайонной и квартальной застройки

Другой жилой дом в районе комплексной застройки имеет несложную конфигурацию в плане, общими размерами 28,9×16,0 м, причем:

- площадь застройки – 562,7 м²;
- строительный объем здания выше отметки 0.000 – 14658,5 м³;
- строительный объем ниже отметки 0.000 – 1 331,5 м³;
- площадь жилого здания – 3 388,5 м², в том числе:
- площадь лоджий с понижающим коэффициентом – 140,4 м²;
- площадь помещений общего пользования жилой части здания – 380,9 м²;

- площадь машинного отделения – 16,9 м²;
- площадь технического подполья – 365,4 м², в том числе площадь помещений технического назначения (теплого пункта, электрощитовой, кладовой уборочного инвентаря, насосной холодной воды) – 84,5 м²;
- площадь помещений технического чердака – 417,8 м².

Определение площади здания и его помещений, площади застройки, количества этажей и строительного объема произведено согласно приложению В СП 54.13330.2016.

Пропуская промежуточные математические операции, получаем коэффициент компактности для этого здания – 0,39 1/м. Расчетный показатель компактности жилых зданий в среднем для микрорайонной застройки – 0,25 1/м. Аналогичный показатель для домов, находящихся в составе квартала – 0,44 1/м. Коэффициент компактности отражает потенциальную способность здания сохранять тепло за счет сокращения площади ограждающих конструкций, граничащих с холодным наружным воздухом, и перераспределения потоков тепловой энергии между внутренними стенами и плитами перекрытий [22].

Характеристика системы отопления объектов микрорайонной и квартальной застройки

Высота домов микрорайонной застройки, как правило, требует присоединять систему отопления к тепловой сети посредством независимой схемы, т. е. при помощи теплообменного аппарата.

К примеру, система отопления жилой части многоквартирного дома в г. Саранске принята двухтрубной вертикальной с нижней разводкой распределительных трубопроводов. В лестничной клетке разводка труб по стояку принята однострубно-вертикальной с попутным движением теплоносителя. Отопительными приборами выбраны биметаллические секционные радиаторы В-500 производителя «Рифар», а на лестничной клетке и машинном зале лифта – конвекторы отопительные настенные КСК-20. Преимущественная схема системы отопления и применяемые приборы отопления неизбежно вызовут высокое гидравлическое сопротивление движению теплоносителя, что повлечет за собой установку более мощного, нежели возможно, насосного оборудования.

Согласно выполненному гидравлическому расчету, предполагается установка насосов Wilo TOP-Z 25/10 3~ PN 10 потребляемой мощностью 0,31 кВт (насос системы ГВС) и Wilo TOP-S 40/10 3~ PN 6/10 потребляемой мощностью 0,585 кВт (насос системы отопления). Их суммарное годовое потребление электроэнергии достигнет 5818,44 кВт.ч, а эксплуатационные затраты превысят 20 тысяч рублей в год (без учета обслуживания). Несмотря на кажущуюся очевидной связь потребления электроэнергии, и негативного влияния на окружающую среду, Лидберг и др. [17] показали, что между негативным влиянием и внедрением энергосберегающих мероприятий не существует прямой корреляции.

Независимая схема дополнительно увеличит стоимость теплового пункта. Так, согласно информации поставщика, цена блочного теплового пункта типа «БТП Ридан» (WaterLine), включающего в себя два блока-ступени ГВС и один блок системы отопления, составит 1846624,90 руб. (с НДС 18 %). Микрорайонная застройка неизбежно увеличивает длину распределительных (внутриквартальных) тепловых сетей, что также влечет за собой увеличение стоимости и величины тепловых потерь. Площадные характеристики одного из объектов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели участка застройки

Наименование	Ед. изм.	Всего
Площадь участка	га	0,2937
Площадь застройки	м ²	562,70
Площадь проездов (в т.ч. парковочных машиномест)	м ²	841,00
Площадь тротуаров	м ²	461,00
Площадь озеленения	м ²	765,00

Проектируемый жилой дом является составным элементом общего архитектурно-планировочного и композиционного решения пятого микрорайона комплексной застройки. Отведенный под строительство участок площадью 0,2937 га ограничен: с севера – территорией проектируемого жилого дома № 7; с запада – территорией проектируемого детского сада; с востока – территорией проектируемого жилого дома № 12; с юга – территорией проектируемого жилого дома № 14, из-за чего все это пространство вокруг дома не создает благоприятного эмоционального фона для будущих жителей, а лишь увеличивает стоимость строительства и содержания инженерных коммуникаций и, в частности, величину тепловых потерь тепловых сетей.

Величина расчетных тепловых потерь внутриквартальных тепловых сетей объектов микрорайонной и квартальной застройки

Для всех строящихся объектов предложено применение предизолированных трубопроводов в пенополиуретановой (ППУ) изоляции. Использование гибких теплоизолированных конструкций бесканальной прокладки [24] не учитывалось. На ряде объектов, где строительство ведется в условиях плотной застройки, для участков прохода сети в местах со сложившейся инфраструктурой (асфальтовые покрытия, детские площадки), перехода водных объектов, перехода мест затрудненной прокладки сетей в связи со стесненными условиями, это было бы перспективно, т. к. позволило бы использовать метод горизонтального шнекового бурения. Отдельные участки так называемой «последней мили» предполагаются к прокладке надземным способом. В большинстве случаев предусматривалась прокладка трубопроводов распределительной (внутриквартальной) тепловой сети в ППУ-изоляции с покровным слоем из полиэтилена, от существующей тепловой камеры до многоэтажного жилого комплекса (микрорайона) или жилого района квартальной застройки. При пересечении с существующими инженерными коммуникациями или автомобильными дорогами предусматривалась прокладка трубопроводов в непроходных железобетонных лотках (например, серии ЛБ-8/2). В случае объекта, упомянутого выше (табл. 2), тепловая сеть проложена преимущественно по зеленой зоне.

С целью иллюстрации результата расчета тепловых потерь трубопроводов тепловых сетей для наглядности целесообразно привести еще ряд примеров.

Климат района строительства многоэтажного жилого комплекса в 26 микрорайоне, поселка Замелекесье, г. Набережные Челны – умеренно-континентальный, с теплым летом и умеренно холодной зимой. Для г. Набережные Челны применимы следующие климатологические характеристики:

- климатический район – I B;
- температура воздуха наиболее холодных суток – минус 36°C;
- снеговой район III с расчетной снеговой нагрузкой – 320 кг/м²;
- ветровой район I с нормативной ветровой нагрузкой – 30 кг/м²;
- минимальная зарегистрированная температура наружного воздуха – - 47°C;
- максимальная зарегистрированная температура наружного воздуха – +40°C;
- длительность сезона со средней суточной температурой воздуха $\leq 8^\circ\text{C}$ (отопительного периода) – 209 суток.

Протяженность проектируемого участка составляет 40,97 м, а температурный график работы тепловой сети – 150/70°C. Тогда при пропускной способности 40 т/ч (3,72 МВт) тепловые потери составят 0,32 МВт.

Строительство внеплощадочных сетей в районе ул. Завертяево для комплексной застройки территории намечено в г. Омске, где имеют место следующие расчетные параметры наружного воздуха в холодный период года:

- температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью 0,92 – - 37°C;
- абсолютная минимальная температура воздуха – минус 49°C;
- продолжительность отопительного периода – 221 сутки;
- средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 80 %;
- средняя температура отопительного периода – 0,9°C.

Расчетные тепловые потери составили 1,05 МВт при подключенной суммарной нагрузке 19,93 МВт и температурном графике 130/70°C. Далее следует вывод, что

средняя относительная доля потерь при микрорайонной застройке – 7,60 %. Эта величина заметно больше соответствующей квартальной застройке территории (4,23 %), когда тепловые сети прокладываются преимущественно по техническому подполью проектируемых и существующих зданий. Практика невыдерживания температурного графика [9], принятая из-за изношенности систем централизованного теплоснабжения во многих населенных пунктах России [25], несмотря на все свои негативные последствия, приведет к некоторому снижению величины тепловых потерь относительно значений, полученных в настоящей статье.

Заключение

Исследование показало, что квартальная застройка более эффективна с точки зрения использования тепловой энергии. Сейчас, несмотря на все достоинства квартальной застройки, девелоперы не прилагают достаточных усилий для ее развития, прикрываясь требованиями к инсоляции, шумозащищенности и противопожарной безопасности. Ситуация уже меняется в г. Москве, где, при застройке по программе реновации, предпочтение отдается квартальной застройке, энергосбережению и удобству жильцов [6].

Таким образом, при использовании меньшего количества энергоресурсов при эксплуатации дома средней этажности, жильцы тратят меньшее количество денежных средств после покупки такой недвижимости.

Самым главным препятствием в переходе к квартальной застройке является устаревшая нормативная база. Авторы считают, что необходимо снять законодательные ограничения на более плотную застройку, сделав акцент на то, чтобы люди больше времени проводили не в квартире, а в более комфортной городской среде. Показателем пример Скандинавских стран, где в любое время суток легко можно определить солнечную сторону улицы – на ней сконцентрированы все предприятия общественного питания и бытового обслуживания, даже тротуар выполняется более широким.

Список библиографических ссылок

1. Более 3,5 тыс. га неиспользуемых земель ежегодно будут передавать под строительство. ТАСС – ведущее государственное информационное агентство России, легенда отечественной новостной журналистики. 2018. URL: <https://tass.ru/nedvizhimost/5869228> (дата обращения: 28.12.2018).
2. Как новые фасады могут сэкономить тепло. SUP Media (Газета.ru) в составе Rambler&Co – одна из крупнейших российских компаний, работающих в области медиа, технологий и электронной коммерции с аудиторией свыше 38 млн. человек в месяц. 2018. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/08/29/11930743.shtml?updated> (дата обращения: 28.12.2018).
3. Николаев С. В. Обновление жилищного фонда страны на базе крупнопанельного домостроения // Жилищное строительство. 2018. № 3. С. 3–7.
4. Мещерякова О. К., Мещерякова М. А., Майбурова Е. С. Современные подходы освоения территорий под жилищную застройку в городе Воронеже // Строительство и недвижимость. 2018. № 1-1 (2). С. 20–24.
5. Михайлова Т. В., Фернюк В. Д. Формирование комфортной городской среды в жилых районах на примере города Воронежа // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 4 (7). С. 50–56.
6. Ромашева М. Н. Современный подход к квартальной застройке. Принципы и особенности // Университетская наука. 2016. № 2. С. 77–79.
7. Alves T., Machado L., de Souza R. G., de Wilde P. Assessing the energy saving potential of an existing high-rise office building stock // Energy and Buildings. 2018. 173. С. 547–561.
8. Генералов В. П., Генералова Е. М. Инновационные решения жилой застройки для условий сдерживания территориального роста городов // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 23–28.
9. Chicherin S. V. Comparison of a district heating system operation based on actual data – Omsk city, Russia, case study // International Journal of Sustainable Energy. 2018. С. 1–12.

10. Cai H., Ziras C., You S., Li R., Honoré K., Bindner H. W. Demand side management in urban district heating networks // *Applied Energy*. 2018. № 230. С. 506–518.
11. Вытчиков Ю. С., Сапарев М. Е., Чулков А. А. Оптимизация выбора уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий, эксплуатируемых в условиях прерывистого отопления // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 3. С. 90–93.
12. Chicherin S., Volkova A., Latđšov E. GIS-based optimisation for district heating network planning // *Energy Procedia*. 2018. № 149. С. 635–641.
13. Басалаев А. А., Шнайдер Д. А. Метод оптимизации температуры подаваемого теплоносителя в системе централизованного теплоснабжения зданий на основе имитационного моделирования // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника*. 2017. Т. 17. № 1. С. 15–22.
14. Leško M., Bujalski W., Futyma K. Operational optimization in district heating systems with the use of thermal energy storage // *Energy*. 2018. № 165. С. 902–915.
15. Weissmann C., Hong T., Graubner C.-A. Analysis of heating load diversity in German residential districts and implications for the application in district heating systems // *Energy and Buildings*. 2017. 139. С. 302–313.
16. Осипова Н. Н., Володина И. О. Моделирование оптимальной конфигурации энергосберегающего индивидуального жилого здания // *Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газотеплоснабжения*. 2017. Т. 1. № 1 (5). С. 98–102
17. Lidberg T., Gustafsson M., Myhren J. A., Olofsson T., Ödlund L. Environmental impact of energy refurbishment of buildings within different district heating systems // *Applied Energy*. 2018. № 227. С. 231–238.
18. Половников В. Ю. Тепловые режимы и тепловые потери подземных трубопроводов с учетом реальных условий теплообмена на внешнем контуре взаимодействия // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2018. Т. 329. № 1. 124–131
19. Макартичан С. В., Ростов А. А. Определение тепловых потерь в теплотрассах с использованием тепловизионной аэросъемки // *Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт*. 2018. № 2 (23). С. 7–10.
20. Chicherin S. Low-temperature district heating distributed from transmission-distribution junctions to users: energy and environmental modelling // *Energy Procedia*. 2018. № 147. P. 382–389.
21. Джунусова Л. Р., Абильдинова С. К., Алиярова М. Б., Чичерин С. В., Джунусов Т. Ж. Способы улучшения обработки воды и повышения энергетических характеристик теплового насоса типа «вода – воздух» // *Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ*. 2018. № 61 (4). С. 372–380.
22. Береговой А. М., Кондрашова К. Э., Кондрашина И. А. Факторы влияния на энергоэффективность зданий, использующих возобновляемые источники энергии // *Моделирование и механика конструкций*. 2017. № 5. С. 14.
23. Чичерин С. В., Лебедев В. М. Документальное обеспечение строительно-монтажных работ на тепловых сетях // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2018. Т. 8. № 1 (24). С. 200–207.
24. Чичерин С. В. Основные трудности, связанные с применением гибких теплоизолированных труб бесканальной прокладки тепловых сетей : сб. ст. II Международной научно-практической конференции Булатовские чтения / Издательский Дом – Юг. Краснодар, 2018. Т. 6. С. 97–99.
25. Чичерин С. В. Новая методика определения степени коррозионного поражения элементов систем трубопроводного транспорта // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2016. Т. 327. № 12. С. 110–115.

Chicherin Stanislav Viktorovich

post-graduate student

E-mail: man_csv@hotmail.com**Omsk State Transport University**

The organization address: 644046, Russia, Omsk, Marx st., 35

Zbaraz Leonid Iosifovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: Zbaraz_Len@ukr.net**NTU Kharkiv Polytechnic Institute**

The organization address: 61002, Ukraine, Kharkov, Kyrpychova st., 2

**Thermal performance of quarterly buildings –
reason to stop building neighborhoods****Abstract**

Problem statement. Currently faced with excessive pollution and poor quality of life levels, the country has come up with a new national plan to reduce heat demand by 59,6 billion Gcal in 2030. And it comes with something contrary: developing more than 3,5 thousand hectares of land currently unused to turn it into buildings and infrastructure.

Results. Although some developers refer fire safety regulations, new cladding materials and doors and windows are used as fixes for the high energy costs and improve thermal performance of the city blocks. Meantime, there are signs the network losses that has encouraged tower building may be significantly decreasing, particularly given the recent reduction in heat demand for the end-user. Hence the most serious cause for concern of the DH system is not transmission mains but distribution networks (DN32-DN200) around high-rise isolated buildings. The districts of suburban Omsk, Saransk, Saint Petersburg (Russia) have about 1,8 times more heat losses than a residential density without towers.

Conclusions. To sum up, block projects are set to continue as a key part of inner-city housing across Russia. Matching the scale of a new building to its surroundings is vital and energy efficiency is a virtue for any great city as well.

Keywords: district heating, tower, compactness, space heating, pump, indirect.

References

1. More than 3.5 thousand hectares of unused land will be transferred annually for construction. TASS is the leading state news agency of Russia, a legend of Russian news journalism. 2018. URL: <https://tass.ru/nedvizhimost/5869228> (reference date: 28.12.2018).
2. How new facades can save heat. SUP Media (Gazeta.ru) as part of Rambler & Co is one of the largest Russian companies working in the field of media, technology and e-commerce with an audience of over 38 million people per month. 2018. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2018/08/29/11930743.shtml?updated> (reference date: 28.12.2018).
3. Nikolaev S. V. Renovation of housing stock of the country on the basis of large-panel housing construction // *Zhilishchnoe Stroitelstvo*. 2018. № 3. P. 3–7
4. Meshcheryakova O. K., Meshcheryakova M. A., Maiburova E. S. Modern approaches to the development of territories for housing development in the city of Voronezh // *Stroitel'stvo i nedvizhimost'*. 2018. № 1-1 (2). P. 20–24.
5. Mikhailova T. V., Fernyuk V. D. The formation of a comfortable urban environment in the residential areas on the example of Voronezh city // *Zhilishchnoye khozyaystvo i kommunal'naya infrastruktura*. 2018. № 4 (7). P. 50–56.
6. Romasheva M. N. A modern approach to a city block development. The principles and features // *Universitetskaya nauka*. 2016. № 2. P. 77–79.

7. Alves T., Machado L., de Souza R. G., de Wilde P. Assessing the energy saving potential of an existing high-rise office building stock // *Energy and Buildings*. 2018. № 173. P. 547–561.
8. Generalov V. P., Generalova E. M. Innovative solutions of residential development for restraining territorial growth of cities // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. 2017. № 3. P. 23–28.
9. Chicherin S. V. Comparison of a district heating system operation based on actual data – Omsk city, Russia, case study // *International Journal of Sustainable Energy*. 2018. P. 1–12.
10. Cai H., Ziras C., You S., Li R., Honoré K., Bindner H. W. Demand side management in urban district heating networks // *Applied Energy*. 2018. № 230. P. 506–518.
11. Vytchikov Yu. S., Saparev M. E., Chulkov A. A. Optimization of choice of heat protection level of enclosing structures operated under conditions of intermittent heating // *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo*. 2017. № 3. P. 90–93.
12. Chicherin S., Volkova A., Latšov E. GIS-based optimisation for district heating network planning // *Energy Procedia*. 2018. № 149. P. 635–641.
13. Basalaev A. A., Shnyder D. A. A simulation-based method for supply temperature optimization in district heating system // *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternyye tekhnologii, upravleniye, radioelektronika*. 2017. № 17 (1). P. 15–22.
14. Leško M., Bujalski W., Futyma, K. Operational optimization in district heating systems with the use of thermal energy storage // *Energy*. 2018. № 165. P. 902–915.
15. Weissmann C., Hong T., Graubner C.-A. Analysis of heating load diversity in German residential districts and implications for the application in district heating systems // *Energy and Buildings*. 2017. № 139. P. 302–313.
16. Osipova N. N., Volodina I. O. Modeling of the optimal configuration of individual residential building // *Nauchno-tekhnicheskiye problemy sovershenstvovaniya i razvitiya sistem gazoenergосnabzheniya*. 2017. Vol. 1. № 1 (5). P. 98–102.
17. Lidberg T., Gustafsson M., Myhren J. A., Olofsson T., Ödlund L. (2018). Environmental impact of energy refurbishment of buildings within different district heating systems // *Applied Energy*. 2018. № 227. P. 231–238.
18. Polovnikov V. Yu. Thermal regimes and thermal losses of underground pipelines in real heat exchange on the outer interaction boundary // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov* 2018. V. 329. № 1. P. 124–131.
19. Makartichyan S. V., Rostov A. A. Heating mains losses definition with using thermal imaging aerial photography // *Energo- i resursosberezheniye: promyshlennost' i transport*. 2018. № 2 (23). P. 7–10.
20. Chicherin S. Low-temperature district heating distributed from transmission-distribution junctions to users: energy and environmental modelling // *Energy Procedia*. 2018. № 147. P. 382–389.
21. Junussova L. R., Abildinova S. K., Aliyarova M. B., Chicherin S. V., Junussov T. J. The Means to improve water treatment and to enhance power engineering performance of the water source heat pump // *Energetika. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy i energeticheskikh ob'yedineniy SNG*. 2018. № 61 (4). P. 372–380.
22. Beregovoy A. M., Kondrashova K. E., Kondrashina I. A. Factors of influence on energy efficiency of buildings, using renewable sources of energy // *Modelirovaniye i mekhanika konstruktsiy*. 2017. № 5. P. 14.
23. Chicherin S. V., Lebedev V. M. Documentary Supply of Construction and Installation Works on Thermal Networks // *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'* 2018. Vol. 24. № 1. P. 200–207.
24. Chicherin S. V. Major obstacles to flexible pipe systems for directly buried hot water networks: materials of International Scientific and Practical Conference «Readings of A.I. Bulatov» / Publishing House – South. Krasnodar, 2018. Vol. 6. P. 97–99.
25. Chicherin S. V. New approach to determination of corrosion damage degree of pipeline system elements // *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*. 2016. V. 327. № 12. P. 110–115.