

ЭНЕРГЕТИКА

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УДК 697.34

DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.22

С.В. ЧИЧЕРИН

С.В. ГЛУХОВ

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ НАГРУЗОК СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

CENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEM AND TECHNIQUES OF PLANNING ITS LOADS

Выполнен анализ содержания схем теплоснабжения семи населенных пунктов России. Проведена работа с документами компании, где содержится информация по перспективному подключению объектов и по неподключенным потребителям за каждый отопительный сезон: сведения, содержащиеся в них, обобщались и обезличивались для сохранения конфиденциальности информации об абонентах. Изучались данные Департамента городского хозяйства Администрации г. Омска по структуре жилого фонда и его обеспеченности услугами централизованного теплоснабжения. Выявлено процентное соотношение по причинам, приводящим к снятию тепловой нагрузки. Обозначены типовые проблемы эксплуатации системы централизованного теплоснабжения крупного населенного пункта. Выявлено, что имеет место значительное увеличение теплопотребления. Составление рекомендаций на основе результатов наладочного расчета позволит уточнить диаметры магистральных и внутриквартальных сетей. Предложенная методика может помочь внести коррективы в стратегию работы предприятия с абонентами.

The paper analyses heat-supply systems of four major Russian cities and heat-supply regulatory documents. The authors investigated company documents providing information on construction objects prospective connection and on unconnected consumers for each heating season. The information contained in the documents was summarized and made anonymous to preserve confidentiality of consumers. The researchers also studies data from the official site of the Municipal Service Department of Omsk Administration. The data showed housing stock structure and its coverage with centralized heating services. The following percentage rating for reasons causing the thermal load removal is detected: thus, 31 of 47 construction objects with a total load of 80.8% (of the total load removed during the period under review) were switched off the system because of "The resettlement program for citizens from the emergency housing stock" in 2016. Typical problems of a large settlement centralized heating system operation are also described in the paper. It is shown that there is a tendency towards a significant increase in the amount of annual heat consumption decline underway. This increase in decline may be 32-multiple in some regions, and it may go slow in the others. Making recommendations based on the results of the design calculation will clarify diameters of trunk and intra networks, which the authors see a task for the future. In general, this methodology should help to adjust industrial strategies for consumer needs.

Ключевые слова: тепловые сети, эксплуатация, тепловой пункт, потребитель, абонент, теплопотребление, подключение, горячее водоснабжение, отопление

Keywords: Heat supply networks, exploitation, thermal point, consumer, water consumer, heat consumption, connection, hot water supply, HWS, heating

Введение. С момента вступления в силу постановления Правительства РФ от 22 февраля 2012 г. №154 «О требованиях к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения» (ПП РФ от 22.02.2012 №154) развитие систем теплоснабжения строго регламентировано. Так, для каждого поселения или городского округа должна быть утверждена схема теплоснабжения на 15-летний период, кото-

рая проходит ежегодную актуализацию и может вновь перерабатываться, если в регионе произошли существенные изменения в обеспечении топливом, структуре теплопотребления и теплогенерирующих мощностей.

В то же время развитие любой теплоснабжающей организации зависит от количества продаваемой энергии, более того, в условиях экономиче-

ского кризиса важна каждая гигакалория тепловой нагрузки. Очевидно, что любой населенный пункт представляет собой агломерацию территорий жилого, промышленного, рекреационного и других назначений; причем их развитие или деградация могут приводить к одновременному росту или падению нагрузки в пределах четной и нечетной стороны одной улицы либо даже одной или соседних тепловых камер. Требуется увязать изменение мощности теплосетевых активов (диаметра и длин участков тепловой сети и расхода сетевой воды) с внешними факторами, такими как старение жилого фонда, увеличение или стагнация производства, стоимость альтернативных энергоресурсов и т. д. Существующие же инструменты планирования, а прежде всего схемы теплоснабжения, не позволяют делать это.

Обзор библиографических источников. Авторами были изучены работы как отечественных, так и зарубежных авторов по заявленной проблеме. В.А. Стенниковым [1] показано, за счет чего может быть обеспечен прирост тепловых нагрузок в рамках конкретного населенного пункта. Ранее автор [2] обобщил результаты научно-исследовательских работ, что нашло отражение в уточнении связи состояния жилищного фонда и нежелания собственников подключаться к существующим системам централизованного теплоснабжения. С другой стороны, факторы, влияющие на эффективность отказа от услуги централизованного теплоснабжения и перехода на индивидуальные энергоисточники, описаны в [3]; приведенные факторы хорошо согласуются с упоминаемыми в настоящей статье.

В статье [4] даются величины установленной тепловой мощности и подключенной нагрузки, характерные для малых населенных пунктов одной из областей Российской Федерации; полученные сведения использованы при сравнении декларируемых в схемах теплоснабжения тепловых нагрузок с теплотреблением уже присоединенных абонентов. Авторы [5, 6] подтверждают возможность использования более привычной в теплотехнической среде единицы измерения тепловой мощности (Гкал/ч). Материалы [7–9] ценны тем, что содержат примеры применения аналогичных структурированных алгоритмов для совершенствования технологических процессов транспортировки тепловой энергии.

Дик Магнуссон [10] использовал для своего исследования похожие методы изучения содержания шведских аналогов отечественных схем теплоснабжения: региональных и муниципальных стратегий (планов). В работе [11] сделана попытка оценить пути развития городских теплофикационных систем в новых условиях формирования устойчивого рынка энергоэффективных технологий для применения в индивидуальном теплоснабжении и сложившегося негативного отношения к надежности и эффективности существующих систем централизованного теплоснабжения. Однако в отличие от [10] не ана-

лизируются уже утвержденные документы – схемы теплоснабжения.

В работах [12, 13] проблема решается путем создания математической модели, которая учитывает как существующую, так и перспективную нагрузку. Выделяются целевая функция и ограничения. Поиск оптимального решения выполняется стандартными методами минимизации или максимизации функции. Недостатком перечисленных работ является то, что нагрузки рассматриваются в статике: не предусматривается возможность подключения новых потребителей или снятия существующих нагрузок.

В работе [14] описываются нюансы наладочно-го расчета разветвленных тепловых сетей, что может быть полезно на предпоследнем этапе исследования. Ряд авторов [15, 16] подчеркивают актуальность решения задач, связанных с надежным и бесперебойным обеспечением теплом и горячей водой абонентов. Ученые из Забайкальского государственного университета [17] обращают внимание читателя на важность рассмотрения систем потребления тепловой энергии, расположенных у абонентов, что выражается в требовании пересчета диаметров дроссельных шайб при изменении тепловой нагрузки в настоящей статье.

Предлагаются различные средства планирования процесса проектирования объектов топливно-энергетического комплекса; в будущем в качестве базового на этапе составления рекомендаций может быть выбран инструмент, разрабатываемый в [18]. Во всех упомянутых источниках в полной мере не решается или даже не затрагивается проблема планирования нагрузок, возможные перспективы их роста или снижения; не анализируются виды теплотребления, причины снятия нагрузки и другие аспекты.

Методология исследования. Был проведен анализ содержания схем теплоснабжения семи населенных пунктов России [19-25] и нормативного документа, его регламентирующего (ПП РФ от 22.02.2012 №154).

Результатом работы явилось создание методики планирования нагрузок системы централизованного теплоснабжения, схема которой приведена на рис. 1.

По результатам наладочного расчета определяются номера элеваторов, диаметры дросселирующих устройств, установленных в системах теплоснабжения потребителей, центральных тепловых пунктов (ЦТП) [17] и на ответвлениях от магистральных сетей к потребителям. На этапе составления рекомендаций целесообразно пользоваться формализованным методом достижения ключевых результатов [18].

Основным объектом исследования были выбранные тепловые сети и присоединенные к ним потребители одной из территориальных единиц омского предприятия магистральных тепловых сетей, одновременно являющегося ресурсоснабжающей организацией. Предметом исследования стали расчетные тепловые нагрузки, определенные в соответ-



Рис. 1. Структурная схема методики планирования нагрузок системы централизованного теплоснабжения

ствии с установленными нормативами по выражениям наподобие общеизвестных формул с участием величин удельных тепловых характеристик, норм расхода и расчетных температур.

Была проведена работа с документами компании, где содержится информация по перспективному подключению объектов и по неподключенным потребителям за каждый отопительный сезон: сведения, содержащиеся в них, обобщались и обезличивались для сохранения конфиденциальности информации об абонентах. Изучались данные Департамента городского хозяйства Администрации г. Омска по структуре жилого фонда и его обеспеченности услугами централизованного теплоснабжения, находящиеся в открытом доступе на официальном сайте. Ниже приведена информация по шести территориальным участкам, по которым были получены наиболее показательные результаты. Для обобщения численных данных и выявления зависимостей использовался пакет документов Microsoft Excel.

Краткое описание факторов, определивших состояние объекта исследования. Город Омск представляет собой крупный мегаполис сибирского региона. По данным Департамента городского хозяйства Администрации г. Омска, к централизованным сетям теплоснабжения подключено 5906 многоквартирных домов. Выбранная территориальная единица занимается эксплуатацией тепловых сетей и сбытом тепловой энергии потребителям крупнейшего городского источника комбинированной выработки – ТЭЦ-5. Общая расчётная тепловая нагрузка потребителей (при среднечасовой величине нагрузки горячего водоснабжения), подключенных к источнику, по состоянию на 01.01.2015 г. состави-

ла 1300,83 Гкал/ч, в т. ч. 927,4 Гкал/ч – на отопление, 186,67 Гкал/ч – на вентиляцию и 182,26 Гкал/ч – на горячее водоснабжение (ГВС). Следует подчеркнуть, что, хотя нагрузка на отопление намного больше двух других, она, как и нагрузка на вентиляцию, является расчетной для температуры наружного воздуха минус 37 °С. В то же время теплопотребление на нужды ГВС – круглогодичное, в отличие от двух других типов теплопотребления. Несмотря на принятие Федерального закона № 190-ФЗ от 27 июля 2010 г. «О теплоснабжении» (внесены изменения Федеральным законом № 417-ФЗ от 7 декабря 2011 г.), обязывающего до 2022 г. перейти на закрытую схему присоединения ГВС, порядка 50 % потребителей остаются подключенными по открытой схеме, что приводит к ряду негативных последствий. Кроме того, значительная доля вводимого в то время в строй нового жилого фонда представляла собой районы типовой панельной застройки и подключалась посредством устройства центральной тепловых пунктов (ЦТП). На участке выбранной территориальной единицы насчитывается 16 ЦТП.

Результаты анализа утвержденных схем теплоснабжения. Все рассмотренные схемы [19-25] имеют одинаковые недостатки:

- недостаточное внимание к снятию тепловой нагрузки;
- объединяется нагрузка отопления и ГВС;
- не учитывается влияние величины теплопотребления на значения оптимальных диаметров магистральных и внутриквартальных сетей.

Причина недостатков – отсутствие жестких требований и недостаточность информационной базы.

Для определения перспективного спроса на тепловую энергию используются следующие материалы:

- технические условия на подключение потребителей к централизованному теплоснабжению;
- действующие, не всегда актуальные, обязательства на подключение потребителей к централизованному теплоснабжению;
- заявки (запросы) на подключение потребителей к централизованному теплоснабжению;
- данные муниципальных департаментов и управлений;
- информация по строящимся и планируемым к строительству муниципальным объ-

ектам из адресных инвестиционных программ населенного пункта;

- утвержденная градостроительная документация: чертежи планировки территории и чертежи межевания территории;
- генеральные планы муниципальных образований.

В малых населенных пунктах с численностью населения от 10 до 100 тысяч человек: городах Барабинск (29,1 тыс. чел.), Звенигород (12,9 тыс. чел.), Александров (59,8 тыс. чел.), типовая сводная таблица с присоединяемыми мощностями по категории административных зданий и многоквартирных жилых домов выглядит следующим образом (табл. 1) [20].

Таблица 1

Перспективные тепловые нагрузки вводимых зданий

Район строительства	Тепловая нагрузка, Гкал/ч				Итого
	отопление жилых зданий	отопление общественных зданий	вентиляция общественных зданий	горячее водоснабжение	
1.Фабрика Калинина	0,855	0,214	0,13	0,873	2,07
2.Ул. Свердлова (р-н ДК Юбилейный)	0,35	0,087	0,052	0,353	0,84
3.Ул. Стадионная	0,541	0,135	0,081	0,547	1,3
4.МКР «Снопово»	0,233	0,058	0,035	0,24	0,57
5.МКР «ЖБИ»	1,781	0,445	0,267	1,8	4,3
6.МКР «Болото»	1,013	0,253	0,152	1,024	2,44
7.МКР-4/1 (Южный)	0,454	0,113	0,068	0,46	1,1
8.МКР-4/2	1,36	0,34	0,204	1,38	3,28
9.МКР-5	1,94	0,485	0,29	1,96	4,68

Причинами мизерных, относительно рассматриваемого периода в 25 лет, присоединяемых мощностей являются:

– близость крупных городских агломераций к малым населенным пунктам, что оказывает значительное влияние на образ жизни населения. Население в значительной степени вовлечено в трудовые маятниковые миграции. Огромный поток сезонных миграций дополняется развитием субурбанизации и переселением жителей из крупных городов в коттеджи, которые используются как второе постоянное жилье;

– недостаточная загруженность водогрейных котельных из-за снятия тепловой нагрузки, что приводит к наличию сверхнормативной резервной тепловой мощности котельных а, как следствие, увеличивает расходы на ее содержание и дает рост себестоимости единицы тепловой энергии;

– структура жилищного фонда города: более 50 % домов – панельного типа с низким качеством ограждающих конструкций;

– эксплуатация котельных на пониженном температурном графике тепловой сети 65-55 °С по сравнению с проектным 95-70 °С при одинаковой тепло-

вой нагрузке, что приводит к перерасходу электроэнергии сетевыми насосами на перекачку воды и, как следствие, увеличению тарифной составляющей;

– техническое состояние жилищного фонда (износ до 30 %), ветхий и аварийный фонд более 2,5 % от общей площади такого фонда населенных пунктов;

– в связи с реструктуризацией существовавших до распада Советского Союза промышленных предприятий технологические нагрузки в виде пара практически отсутствуют;

– достаточно низкий уровень инженерного благоустройства жилищного фонда города: низкие показатели по обеспеченности горячим водоснабжением, водопроводом и канализацией.

Во всех рассмотренных населенных пунктах тепловая нагрузка вводимых в рассматриваемой перспективе зданий составляет от 20 до 40 Гкал/ч даже при максимальной нагрузке ГВС. Как показало дальнейшее исследование, причины снятия тепловой нагрузки в городах с численностью населения более 100 тыс. человек коренным образом отличаются.

Совершенно иная ситуация в крупных сельских поселениях (до 10 тыс. чел.), где большинство потре-

бителей тепловой мощности не подключены к системе централизованного теплоснабжения и оборудованы собственными источниками теплоснабжения. В качестве типичного примера может послужить Троицкое сельское поселение Омского муниципального района Омской области (3,8 тыс. чел.), где перспективные балансы тепловой нагрузки для системы централизованного теплоснабжения на расчетный срок определяются не укрупненно, а по конкретным объектам, например: дошкольное образовательное учреждение на 170 мест и 50 мест, стационар на 55 коек с выдвигным пунктом скорой медицинской помощи на один автомобиль и др. Таким образом, суммарная присоединяемая тепловая нагрузка по потребителям категории административных зданий и многоквартирных жилых домов не превышает 1,5 Гкал/ч. В то же время в районах низкоплотной индивидуальной застройки происходит естественная расширенная регенерация жилищного фонда, т.е. строительство в пределах существующих приусадебных участков взамен сносимых ветхих и малоценных

домов или в дополнение к ним новых домов, большей площади и этажности, из-за чего мощность отапливаемых объектов индивидуального жилищного строительства с собственными теплогенераторами на такую же перспективу превышает 16 Гкал/ч, что заметно непропорционально соответствующей величине для населенных пунктов первого типа (с численностью населения от 10 до 100 тыс. чел.).

В качестве примера населенного пункта *из группы городов с населением более 1 млн. жителей*: Екатеринбург (1 456 тыс. чел.), Новосибирск (1 603 тыс. чел.), Омск (1 178 тыс. чел.), выбран последний, что позволило более подробно исследовать документы ресурсоснабжающей организации и муниципальных органов власти.

Изучение перспективного потребления тепловой энергии на цели теплоснабжения потребителей города Омска [23] показало, что прогноз снятия тепловой нагрузки вообще отсутствует, приведены лишь фактические данные за 2013 г. (табл. 2).

Таблица 2

Показатели снятия тепловой нагрузки в зоне действия ТЭЦ-5 города Омска (2013 г.)

Территориальный участок	Снятие тепловой нагрузки, Гкал/ч
1.3* ул. Б. Хмельницкого – граница полосы отвода железной дороги – левый берег Оми – Окружная дорога – ул. 2-я Производственная – ул. 25-я Линия ул. А. Нейбута – ул. 24-я Линия – ул. Омская – ул. Красных зорь – ул. Бердникова – ул. Ипподромная	0,0149
1.8 ул. Бердникова – ул. Красных зорь – ул. 25-я Линия – ул. Омская – ул. 24-я Линия – ул. А. Нейбута – ул. 25-я Линия – ул. 2-я Производственная – Окружная дорога – граница Старо-Восточного кладбища – Промышленная территория	0,1594
1.9 Окружная дорога – левый берег Оми – граница городской черты – Сыропятский тракт – ул. 10 лет Октября	0,126
4.1 ул. Фрунзе – ул. Красный путь – ул. 7-я Северная – ул. Красный Пахарь – ул. 5-я Северная – ул. 11-я Ремесленная – ул. Барнаульская – ул. 2-я Восточная – правый берег Оми – Правый берег Иртыша	0,4067
4.2 ул. Иртышская Набережная – левый берег Оми – граница отвода железной дороги – ул. Б. Хмельницкого – ул. Масленникова – площадь Ленинградская	0,0156
5.3 ул. Орджоникидзе – ул. 24-я Северная – ул. Челюскинцев – ул. 8-я Восточная – ул. 35 лет Советской Армии – ул. 2-я Восточная – ул. Барнаульская – ул. 11-я Ремесленная – ул. 5-я Северная – ул. Красный пахарь – ул. 7-я Северная	0,2223

*здесь и далее обозначения территориальных участков приняты согласно [23]

После изучения научных публикаций становится очевидно, что в качестве основного средства обеспечения увеличения потребления тепловой энергии принимается прирост тепловых нагрузок за счет нового строительства.

Нанесение величин ожидаемого прироста на диаграмму (рис. 2) не позволило увидеть зависимость и сделать попытку прогноза.

Перспективное отключение. В работе [23] упоминается, что причинами отказа от частичной или всей тепловой нагрузки потребителей, подключенных к системам централизованного теплоснабжения, могут быть:

- снос ветхих построек;

- капитальный ремонт зданий с изменением структуры фасадов, крыш, замена окон (улучшение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий);
- отказ от вентиляционной нагрузки из-за демонтажа систем вентиляции;
- в газифицируемых районах переход потребителей на индивидуальное отопление и горячее водоснабжение с установкой непосредственно в домах индивидуального теплоприготовительного оборудования (газовых котлов).

Обобщенные результаты работы с документами компании, касающимися снятия тепловой нагрузки в течение 2016 г., приведены в табл. 3.

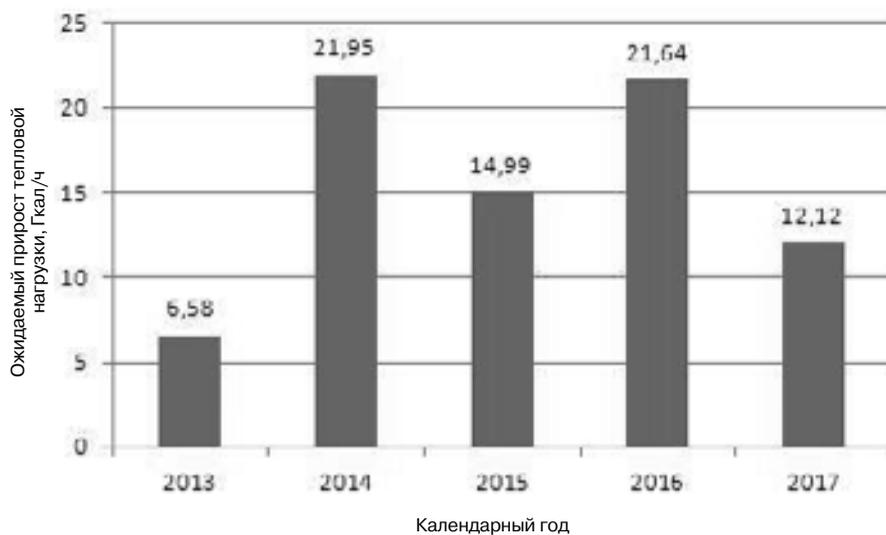


Рис. 2. Динамика изменения ожидаемого прироста тепловой нагрузки в зависимости от календарного года

Таблица 3

Фактические величины снятия тепловой нагрузки с разбиением по территориальным участкам (2016 г.)

Территориальный участок	Снятие тепловой нагрузки, Гкал/ч
1.3* ул. Б. Хмельницкого – граница полосы отвода железной дороги – левый берег Оми – Окружная дорога – ул. 2-я Производственная – ул. 25-я Линия – ул. А. Нейбута – ул. 24-я Линия – ул. Омская – ул. Красных зорь – ул. Бердникова – ул. Ипподромная	0,4822
1.8 ул. Бердникова – ул. Красных зорь – ул. 25-я Линия – ул. Омская – ул. 24-я Линия – ул. А. Нейбута – ул. 25-я Линия – ул. 2-я Производственная – Окружная дорога – граница Старо-Восточного кладбища – Промышленная территория	0,9388
1.9 Окружная дорога – левый берег Оми – граница городской черты – Сыропятский тракт – ул. 10 лет Октября	0,1569
4.1 ул. Фрунзе – ул. Красный путь – ул. 7-я Северная – ул. Красный Пахарь – ул. 5-я Северная – ул. 11-я Ремесленная – ул. Барнаульская – ул. 2-я Восточная – правый берег Оми – Правый берег Иртыша	0,1364
4.2 ул. Иртышская Набережная – левый берег Оми – граница отвода железной дороги – ул. Б. Хмельницкого – ул. Масленникова – площадь Ленинградская	0,0806
5.3 ул. Орджоникидзе – ул. 24-я Северная – ул. Челюскинцев – ул. 8-я Восточная – ул. 35 лет Советской Армии – ул. 2-я Восточная – ул. Барнаульская – ул. 11-я Ремесленная – ул. 5-я Северная – ул. Красный пахарь – ул. 7-я Северная	0,1468

*здесь и далее обозначения территориальных участков приняты согласно [23]

Обращает на себя внимание случай отключения от централизованного теплоснабжения из-за вынужденного возврата к печному отоплению. Длина обособленного теплового ввода составляла более 50 м, а затраты на устранение случившегося повреждения были для собственника (физическое лицо) слишком велики.

Основной же причиной является снос ветхих построек. По оценке Фонда содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства Омск занимает первое место в Сибирском федеральном округе по реализации Программы переселения граждан из аварийного жилищного фонда [26]. Только в IV квар-

тале 2016 г. расселены 232 жилых помещения общей площадью 6 710,4 м², в которых проживало 540 человек. Производится расселение аварийного строения и демонтаж систем отопления и ГВС с последующим созданием видимого разрыва на тепловом вводе. Из-за этого было отключено 31 из 47 объектов с суммарной нагрузкой 80,8 % от общей снятой за рассматриваемый период.

Второй по значимости причиной является переход на газовое обслуживание. Так, в границе улиц 4.1 (см. табл. 2: ул. Фрунзе – ул. Красный путь – ул. 7-я Северная – ул. Красный Пахарь – ул. 5-я Северная –

ул. 11-я Ремесленная – ул. Барнаульская – ул. 2-я Восточная – правый берег Оми – Правый берег Иртыша) за два года на газовое обслуживание перешло более десяти частных домов. Также ряд объектов с общей нагрузкой 0,1871 Гкал/ч были отключены из-за банкротства собственников и прекращения производства.

Выводы. Во всех рассмотренных источниках в полной мере не решается или даже не затрагивается проблема планирования нагрузок, возможные перспективы их роста или снижения; не анализируются виды теплопотребления, причины снятия нагрузки и другие аспекты. Еще раз обозначены типовые проблемы эксплуатации системы централизованного теплоснабжения крупного населенного пункта. Нанесение величин ожидаемого прироста на диаграмму (см. рис. 2) не позволило увидеть зависимость и сделать попытку прогноза. Выявлено процентное соотношение по причинам, приводящим к снятию тепловой нагрузки. Путем сопоставления историй отключения нагрузки последние четыре отопительных сезона (приведены данные 2013 и 2016 гг.) было выявлено, что имеет место значительное увеличение теплопотребления. Однако если в отдельных территориальных единицах такое увеличение может быть 32-кратным, то в других имеет место спад темпа снятия нагрузки, что, как правило, связано с различной структурой застройки. К сожалению, остается неясным, является ли эта тенденция к увеличению теплопотребления долгосрочной или прекратится с окончанием Программы переселения граждан из аварийного жилищного фонда.

Получение статистических данных по трем типовым группам населенных пунктов в зависимости от численности населения (до 10, от 10 до 100 тыс. чел. и более 1 млн. чел.) позволяет выявить следующие тенденции:

- в поселениях до 10 тыс. жителей наблюдается рост тепловой мощности отапливаемых объектов индивидуального жилищного строительства, однако происходит это за счет потребителей, не подключенных к системам централизованного теплоснабжения и оборудованных собственными источниками;

- имеет место сокращение нагрузок тепловой энергии для теплосетей городов с численностью населения от 10 до 100 тыс. чел., что связано с сохранением упомянутых выше негативных тенденций развития.

Приведенная статистическая оценка по вводу и выводу из эксплуатации потребителей систем теплоснабжения для городов различной величины создает возможность в будущем оценить эффективность работы существующих тепловых сетей и определить потребность в их модернизации. Составление рекомендаций на основе результатов наладочного расчета, в частности, позволит уточнить диаметры дросселирующих устройств, установленных на ответвлениях от магистральных сетей к потребителям,

что возможно сделать уже сейчас. В целом же методика должна помочь внести коррективы в стратегию работы предприятия с абонентами. Исследование, кроме того, является необходимой базой, достаточной для сравнения тенденций развития систем централизованного теплоснабжения в разных городах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стенников В.А., Якимец Е.Е., Жарков С.В. Оптимальное планирование теплоснабжения городов // Промышленная энергетика. 2013. № 4. С. 9-15.
2. Чичерин С.В. О вопросах реконструкции систем теплоснабжения в городах России и стран СНГ // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2017. № 9 (997). С. 34-35.
3. Яковлев И.В., Исхакова А.М., Парехина И.В. Энергоэффективность перехода на автономное теплоснабжение от воздушных теплонасосных установок в климатических условиях России // Вестник Московского энергетического института. 2016. № 5. С. 105-112.
4. Минин В.А. Характеристика теплоснабжения небольших населенных пунктов Мурманской области // Труды Кольского научного центра РАН. 2014. № 7 (26). С. 98-107.
5. Методика выбора оптимальной мощности теплоисточников при реконструкции централизованных систем теплоснабжения / Е.А. Бузоверов, О.Н. Махов, М.В. Исаев, И.Д. Чернов // Вестник ИГЭУ. 2017. № 3. С. 20-29. DOI: 10.17588/2072-2672.2017.3.020-029.
6. В.П. Берзан, В.М. Постолатий, Е.В. Быкова, В.М. Бабич. Сопоставительный анализ эффективности производства тепловой и электрической энергии в системах централизованного теплоснабжения // Проблемы региональной энергетики. 2016. № 3 (32). С. 55-71.
7. Чичерин С.В. Наружная коррозия как основная причина повреждаемости тепловых сетей и способы защиты от нее // Вестник Московского энергетического института. 2017. № 4. С. 50-54.
8. Дилигенский Н.В., Салов А.Г. Системный анализ и совершенствование организационных механизмов управления деятельностью генерирующего предприятия // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. № 2 (24). С. 17-24.
9. Чичерин С.В. Выглубление каналов тепловых сетей – ключ к их эффективной эксплуатации // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. № 9. 49–56.
10. Magnusson D. Between municipal and regional planning: the development of regional district heating systems in Stockholm from 1978 to 2010 // Local Environment. 2011. Т. 16. № 4. С. 319-337.
11. Стенников В. А., Медникова Е.Е. Оценка направлений развития теплоснабжающих систем городов // Теплоэнергетика. 2016. № 9. С. 59-67.

12. *Aringhieri R., Malucelli F.* Optimal operations management and network planning of a district heating system with a combined heat and power plant // *Annals of Operations Research*. 2003. Т. 120. №. 1-4. С. 173-199.
13. *Henggeler Antunes C., Gomes Á.* (ed.). Optimal size and layout planning for district heating and cooling networks with distributed generation options // *International Journal of Energy Sector Management*. 2008. Т. 2. №. 3. С. 385-419.
14. *Токарев В.В., Шалагинова З.И.* Методика многоуровневого наладочного расчета теплогидравлического режима крупных систем теплоснабжения с промежуточными ступенями управления // *Теплоэнергетика*. 2016. № 1. С. 71-80.
15. *Панферов В.И., Тренин Н.А., Панферов С.В.* Управление низкотемпературным теплоснабжением инженерных объектов // *Военный научно-практический вестник*. 2016. № 2 (5). С. 25-30.
16. *Чичерин С.В.* Решение проблем предизолированных трубопроводов в пенополиуретановой изоляции на объектах стационарной теплоэнергетики // *Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока*. 2017. № 1-2. С. 116-118.
17. *Кобылкин М.В., Батухтин С.Г., Сафронов П.Г.* Особенности эксплуатации ЦТП при развитии низкотемпературных систем теплоснабжения // *NAUKARASTUDENT.RU: электронный научно-практический журнал*. 2016. № 03 (027).
18. *Гвоздева Т.В., Целищев Е.С.* Разработка средств планирования процесса проектирования объектов топливно-энергетического комплекса на основе формализованного метода достижения ключевых результатов // *Вестник ИГЭУ*. 2016. №. 6. С. 75-86.
19. Схема теплоснабжения городского округа Звенигород Московской области на период до 2030 г. М.: Государственное бюджетное учреждение Московской области «Центр тарифно-экспертного обеспечения» (ГБУ МО «ЦТЭО»), 2015 г. 110 с.
20. Схема теплоснабжения города Александров Владимирской области на период до 2027г. Александров: АКС, 2012. 121 с.
21. Схема теплоснабжения Троицкого сельского поселения Омского муниципального района Омской области на период до 2027 года. Омск: Земпроект, 2012. 53 с.
22. Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения муниципального образования «Город Екатеринбург» до 2030 года (актуализация на 2016 год). Кн. 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. Екатеринбург: Т-Плюс, 2015. 433 с.
23. Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения города Омска до 2030 года (актуализация на 2016 год). Кн. 1. Существующее положение в сфере производства, передачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения. Омск: ЗАО «Е-4-СибКОТЭС», 2015. 345 с.
24. Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2030 г. Новосибирск: ЗАО «Е-4-СибКОТЭС», 2013. 227 с.
25. Схема теплоснабжения города Барабинска Барабинского района Новосибирской области на 2012–2015 гг. и на период до 2025 г. Новосибирск: ООО «Корпус», 2012. 199 с.
26. Омск занимает первое место в Сибири по расселению граждан из ветхого и аварийного жилья. URL: http://www.admomsk.ru/web/guest/government/divisions/39/news/-/asset_publisher/bZT2/content/634637 (дата обращения: 08.02.2017).

Об авторах:

ЧИЧЕРИН Станислав Викторович
аспирант кафедры теплоэнергетики
Омский государственный университет путей сообщения
644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35,
тел. (913) 144 76 78
E-mail: man_csv@hotmail.com

ГЛУХОВ Сергей Витальевич
кандидат технических наук, доцент кафедры
теплоэнергетики
Омский государственный университет путей сообщения
644046, Россия, г. Омск, пр. Маркса, 35

CHICHERIN Stanislav V.
Post-Graduate Student of the Heat Power Engineering Chair
Omsk State Transport University
644046, Russia, Omsk, Marksa av., 35,
tel. (913) 144 76 78
E-mail: man_csv@hotmail.com

GLUKHOV Sergey V.
PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Heat
Power Engineering Chair
Omsk State Transport University
644046, Russia, Omsk, Marksa av., 35

Для цитирования: *Чичерин С.В., Глухов С.В.* Методика планирования нагрузок системы централизованного теплоснабжения // *Градостроительство и архитектура*. 2017. Т.7, №3. С. 129-136. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.22.
For citation: *Chicherin S.V., Glukhov S.V.* Centralized heat supply system and techniques of planning its loads // *Urban Construction and Architecture*. 2017. V.7, 3. Pp. 129-136. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.22.