

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

Чернов Сергей Сергеевич к.э.н., доцент кафедры ПМиЭЭ, Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, chernov@corp.nstu.ru orcid.org/0000-0001-9366-8939

Кулак Евгений Федорович магистрант кафедры ПМиЭЭ, Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск, chernov@corp.nstu.ru orcid.org/0000-0002-9264-4190

Аннотация

Теплофикация и централизованное теплоснабжение являются самым эффективным технологическим решением, адекватно отражающим условия уникального климата России. Проблемы, с которыми сталкиваются современные энергетики в сфере теплоснабжения зачастую связаны с физическим состоянием теплосетевого оборудования. Высокие показатели энергетической эффективности и аварийности участков тепловой сети в полной мере отражают сложившуюся картину. Однако простое техническое переоснащение теплотранспортных компаний не решает проблем при потреблении энергетических ресурсов. В большинстве случаев, в существующей схеме централизованного теплоснабжения в РФ потребитель не имеет возможности регулировать собственное потребление тепловой энергии, а также качество горячего водоснабжения. Применение современных энергосберегающих технологий является обязательным условием для решения насущных проблем и залогом стабильного развития отрасли.

Применительно к системе централизованного теплоснабжения города Новосибирска, эксплуатируемой филиалом «Тепловые сети» АО «СИБЭКО», актуальность исследования объясняется нарастающим несоответствием качества горячего водоснабжения регламентированным СанПиН нормам. В свою очередь, масштабы деятельности и ежегодное ограничение предельного уровня роста тарифов на тепловую энергию определяют необходимость сокращения производственных издержек (потерь тепловой энергии, утечек теплоносителя, расхода электрической энергии на собственные нужды и др.).

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, теплоснабжение, система, тепловые сети, дефект, трубопровод, оборудование, износ, эксплуатация, испытание.

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM IN THE CITY OF NOVOSIBIRSK

Chernov Sergey Sergeevich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of PM & EE, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, chernov@corp.nstu.ru, orcid.org/0000-0001-9366-8939

Kulak Evgeniy Fedorovich Master of Science of the Department of PM & EE Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, chernov@corp.nstu.ru, orcid.org/0000-0002-9264-4190

Annotation

Heating and centralized heat supply are the most effective technological solution that adequately reflects the conditions of Russia's unique climate. Problems faced by modern energy in

the field of heat supply are often associated with the physical condition of the heating network equipment. High indicators of energy efficiency and failure rate of heat network sections fully reflect the current picture. However, the simple technical re-equipment of heat transport companies does not solve the problems with the consumption of energy resources. In most cases, in the existing district heating scheme in the Russian Federation, the consumer is not able to regulate its own consumption of heat energy, as well as the quality of hot water supply. The use of modern energy-saving technologies is an indispensable condition for solving pressing problems and ensuring the stable development of the industry.

With regard to the district heating system of the city of Novosibirsk, operated by the branch «Thermal Networks» of JSC «SIBEKO», the relevance of the study is explained by the growing inconsistency of the quality of hot water supply to the SanPiN regulations. In turn, the scale of activity and annual limitation of the maximum level of growth of tariffs for thermal energy determine the need to reduce production costs (heat losses, coolant leaks, electric energy consumption for own needs, etc.).

Key words: energy saving, energy efficiency, heat supply, system, heat networks, defect, pipeline, equipment, wear, operation, testing.

Введение

Система централизованного теплоснабжения города Новосибирска берет своё начало в 1936 году с ввода в эксплуатацию первой теплотрассы, питающей потребителей от уже действующей ТЭЦ-1. Прообраз сегодняшней системы сложился в период 1960 - 1980 годов и с того времени не претерпел принципиальных изменений. От источников с комбинированной выработкой электрической и тепловой энергии, таких как источники АО «СИБЭКО» ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5 обеспечивается более 70% общегородской тепловой нагрузки города [3, с.17]. Следует подчеркнуть, что более 16% нагрузки обеспечивается промышленными котельными производительностью более 100 Гкал/ч. Оставшаяся часть нагрузки покрывается за счет мелких водогрейных котельных производительностью до 5 Гкал/ч.

Цель исследования является проведение оценки эффективности системы теплоснабжения, эксплуатируемой филиалом «Тепловые сети» АО «СИБЭКО». Исходя из цели, задача исследования определена, как: выполнить анализ эффективности системы теплоснабжения города Новосибирска

Основной текст

Одним из ключевых направлений в сфере теплоснабжения является энергосбережение и повышение энергетической эффективности, правовой основой которого явилось принятие Федерального закона от 23 ноября 2009 г. №261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8]. Основным направлением энергосбережения в системах транспорта тепловой энергии является сокращение тепловых потерь и утечек теплоносителя, снижение потребления электрической энергии.

Анализируя структуру себестоимости передачи тепловой энергии, представленную на рисунке 1, можно отметить, что на статьи «тепловая энергия на технологические цели», «электроэнергия», «сетевая вода» приходится порядка 42-48% [2, с.46].



Рисунок 1 - Соотношение статей затрат в себестоимости ОАО «НГТЭ» в 2012-2014 гг., %

Преобладающая доля затрат на компенсацию потерь тепловой энергии в структуре себестоимости связана с масштабами деятельности теплосетевой компании города Новосибирска и высоким износом основных фондов.

Повысительно - понизительные насосные станции (ПНС) города Новосибирска, расположенные на магистральных участках тепловой сети, имеют изношенное оборудование и устаревший модельный ряд, вызывающий ограничения по пропускной способности станций и низкие показатели КПД. Подбор насосов в составе ПНС производился с учетом перспектив развития, параметры подачи и напора завышались. Применялись типовые линейки насосов и электродвигателей. В настоящее время замена насосов на современные модели не производится. Регулирование и поддержание гидравлических режимов от ПНС осуществляется регулируемыми клапанами и дросселированием арматурой, приводящий к перерасходу электроэнергии, кроме ПНС-8, 10, 11, которые оснащены частотными приводами, необходимость в которых появилась с внедрением у потребителей погодного регулирования (расход в сети перестает быть постоянным) и необходимости эффективного регулирования расхода сети, без увеличения давления. Нормативный срок эксплуатации отдельных моделей насосного оборудования достигает 20 лет, в то время как средний срок эксплуатации на ПНС города Новосибирска 32 года (рисунок 2).

Стоит отметить, что все выводы Новосибирских ТЭЦ находятся в пределах эффективности централизованного теплоснабжения, однако ряд локальных и ведомственных котельных находится за её пределами. Несмотря на это, протяженность отдельных зон теплоснабжения города достигает 18 км. Трубопроводы в городе Новосибирске в большинстве случаев уложены в бетонные каналы и покрыты минераловатной защитой. Такая изоляция отличается низким теплосбережением [1], не предотвращает появление коррозии. В результате практически повсеместно наблюдается течь труб и значительные потери тепла.

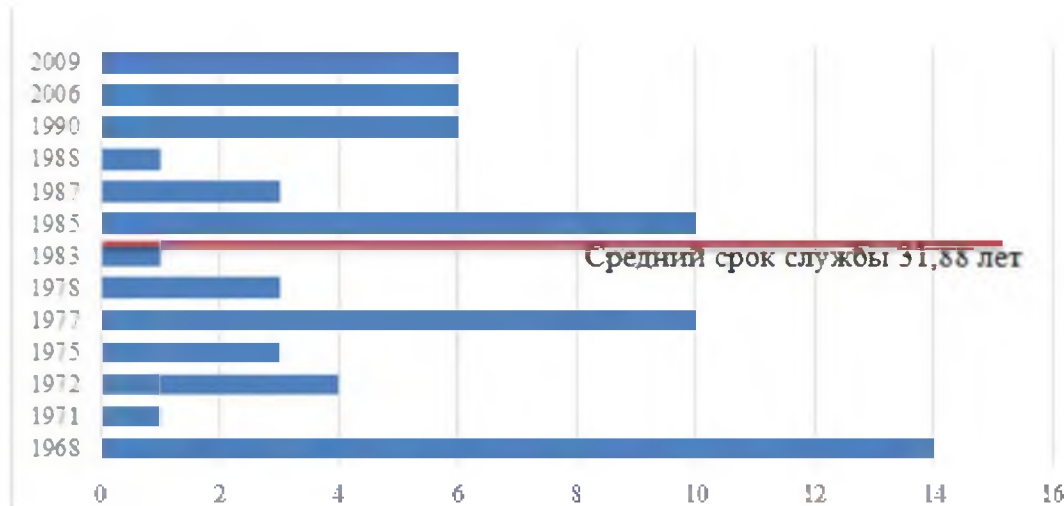


Рисунок 2 - Возрастная структура насосного оборудования ПНС, находящихся на магистральных участках г. Новосибирска, шт.

Исходя из приведенных данных, 58% магистральных и 37% внутриквартальных тепловых сетей эксплуатируются более 30 лет, а значит имеют близкий к 100% физический износ (рисунок 3, 4). Рассмотрим характеристику магистральных тепловых сетей по районам их эксплуатации службами теплосетевой компании города Новосибирска:

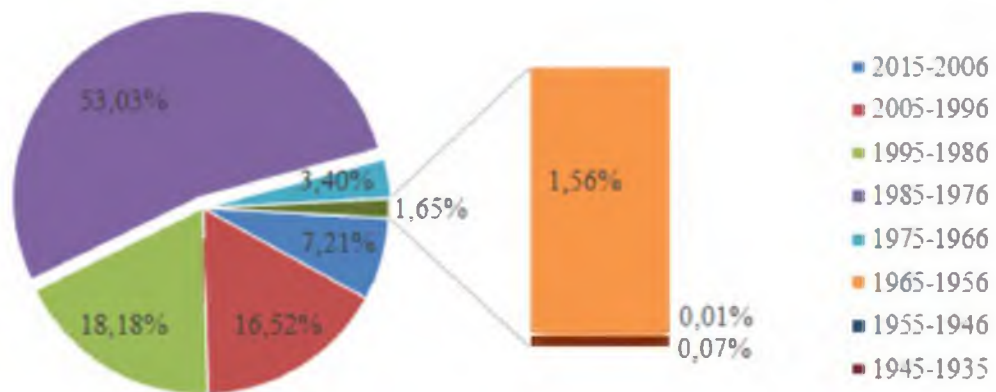


Рисунок 3 - Возрастная структура магистральных тепловых сетей г. Новосибирска, %

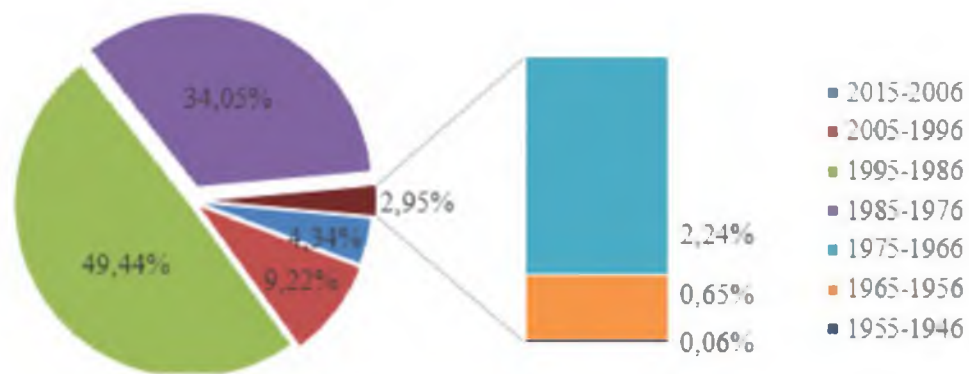


Рисунок 4- Возрастная структура внутриквартальных тепловых сетей г. Новосибирска, %

1 РТС - подземная канальная прокладка 97%; теплоизоляционный материал 96% минеральная вата, 4 % шамотная изоляция.

2 РТС - подземная канальная прокладка 85%; теплоизоляционный материал 89% минеральная вата, 10 % шамотная изоляция, 1% диатомитовая.

4 РТС - подземная канальная прокладка 69%; теплоизоляционный материал 97,7% минеральная вата, 2,3% скорлупа ППУ (пенополиуретановая изоляция в оболочке из полиэтилена).

5 РТС - подземная канальная прокладка 69%; теплоизоляционный материал 82% минеральная вата, 18% скорлупа ППУ.

6 РТС - подземная канальная прокладка 60%; теплоизоляционный материал 60% минеральная вата, 33% скорлупа ППУ, 7% пенопропиленовая изоляция.

Исходя из приведенных выше данных большинство тепловых сетей города Новосибирска имеет в качестве изолирующего материала минераловату (МВ), которая по сравнению с современной ППУ-изоляцией имеет высокий коэффициент теплопроводности (Таблица 1). По сроку службы лидером также является изоляция ППУ. На втором месте идет изоляция из пенополимербетона (ППБ), но с высоким значением коэффициента теплопроводности. Затем примерно одинаковые по своим характеристикам изоляция из монолитного автоклавного армопенобетона(АПБ) и подвесная изоляция из минераловатных изделий (МВ). Достаточно средние характеристики имеет изоляция из фенольного поропласта (ФБ). Изоляция на тепловых сетях города Новосибирска имеет износ аналогичный самим трубопроводам. Активное восстановление изоляции идет на трубопроводах диаметром от 700 до 1000 мм.

Таблица 1 - Сравнение различных типов изолирующих материалов.

Наименование показателя	Единица измерения	Тип изоляции				
		ППУ	АПБ	МВ	ППБ	ФП
1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент теплопроводности (X)	Вт/м ² °С	0,033	0,05	0,05	0,07	0,058
Приведенные тепловые потери (Офакт./Онорм.)	-	1,0	1,6			
Плотность, не более	Кг/м ³	95	200	100	400	110
Термостойкость нормируемая	°С	150	180	300	150	180
Влагонасыщение	% за 30 сут.	6	70	70	6	70
Прочность на сжатие	МПа	0,4	0,8	-	0,5	1,2
Средний срок службы	лет	25-30*	10-15**	8-10**	25-30**	5-10**

Анализ температуры, возвращаемой на теплоисточники АО «СИБЭКО», показывает, что превышение температуры обратной сетевой воды над нормативным значением из года в год наблюдается по выводам правого берега от ТЭЦ-2 до 11,6%, Красногорского вывод ТЭЦ-4 до 10,0%. По остальным выводам ТЭЦ АО «СИБЭКО» отклонение от нормы составило от -1,5% до 4,4%. В большинстве случаев причиной завышенных параметров теплоносителя в обратном трубопроводе является повышенный расход сетевой воды. В свою очередь подпитка по выводам ТЭЦ за 2015 год уменьшилась на 9,3% по сравнению с уровнем 2014 г. и достигла своего минимума за период с 2007 по 2015 гг. Одной из главных причин снижения подпитки в 2015 году явился контроль возникающих дефектов и их локализации в максимально сжатые сроки, даже в условиях постоянного увеличения износа тепловых сетей.

Количество дефектов на тепловых сетях города Новосибирска условно можно разделить на дефекты, возникшие в отопительный период и межотопительный в период. Проведение испытаний включается именно в межотопительный период. Система проведения испытаний включает в себя опрессовку и температурные перепады. Качественно

проведенные испытания способствуют повышению надежности СЦТ в период отопления.

Так отопительный период на магистральные тепловые сети в 2015 году приходилось 351 дефекта, против 415 дефектов в 2014 году, в свою очередь при испытаниях было выявлено 416 дефекта в 2015 году против 261 дефектов в 2014 году. На внутриквартальных тепловых сетях в 2015 году возникло 1645 дефекта, против 2235 дефектов в 2014 году, в свою очередь при испытаниях было выявлено 468 дефектов в 2015 году, против 449 дефектов в 2014 году. Общее количество дефектов на магистральных сетях уменьшилось на 13% по отношению к 2014 году. В большей степени это произошло за счёт роста количества испытаний в межотопительный период с целью снижения риска возникновения аварийных отключений и уменьшения средней продолжительности отключений в отопительный период. Если рассмотреть распределение дефектов по видам теплосетевого оборудования (рисунок 5), то можно отметить, что наибольшее количество повреждений, а именно 74,3% фиксируется на линейных участках тепловой сети.

Среди причин появления дефектов на трубопроводах в 62% можно назвать интенсивную внешнюю коррозию, которая проявляется вследствие затопления каналов. В 32% случаев причина проявления дефектов служит внутренняя коррозия, вызванная низкой скоростью циркуляции и высокого износа деаэратора. Остальные причины сосредоточены в дефектах при изготовлении трубопроводов, проведении ремонтов, а также повреждениях, вызванных длительным периодом эксплуатации.

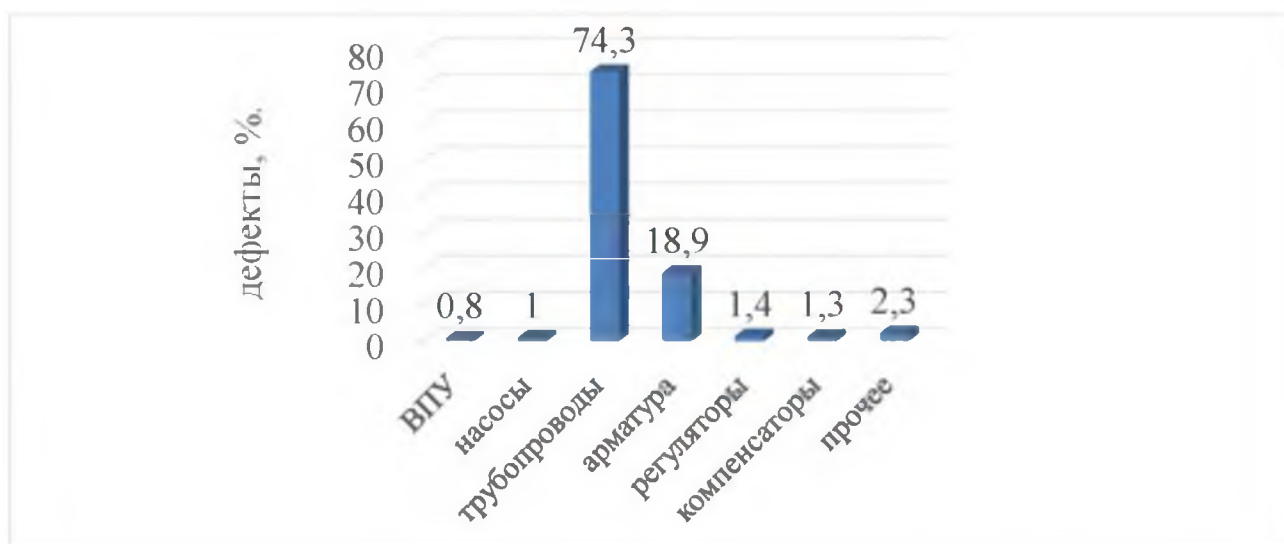


Рисунок 5 - Распределение дефектов по видам оборудования тепловых сетей без учета испытаний в 2015 году, %

При анализе дефектов тепловых сетей по диаметру трубопровода можно отметить, что наиболее слабым звеном в системе теплоснабжения для нужд отопления и горячего водоснабжения является на внутриквартальные тепловые сети, так как более 57% повреждений сосредоточена в диаметре до 100 мм (рисунок 6). Малое количество дефектов, относящихся к диаметру 125 мм, вызвано меньшей суммарной протяженностью трубопроводов данного диаметра в общей системе теплоснабжения города Новосибирска.

Подключение потребителей к системе теплоснабжения, ввиду особенностей топологии, удаленности источников тепловой энергии города Новосибирска, осуществляется через центральный (ЦТП) и индивидуальные тепловые (ИТП) пункты. Отличительная особенность системы с ИТП заключается в децентрализации приготовления горячей воды. При анализе дефектов по видам трубопроводов на повреждения в системе отопления приходится 62% дефектов, а на системы горячего водоснабжения приходится 27% от общего количества дефектов в тепловых сетях (рисунок 7). Рассмотрев места появления дефектов

относительно их диаметра и количества, можно сделать вывод об отсутствии эффективности системы горячего водоснабжения [6].

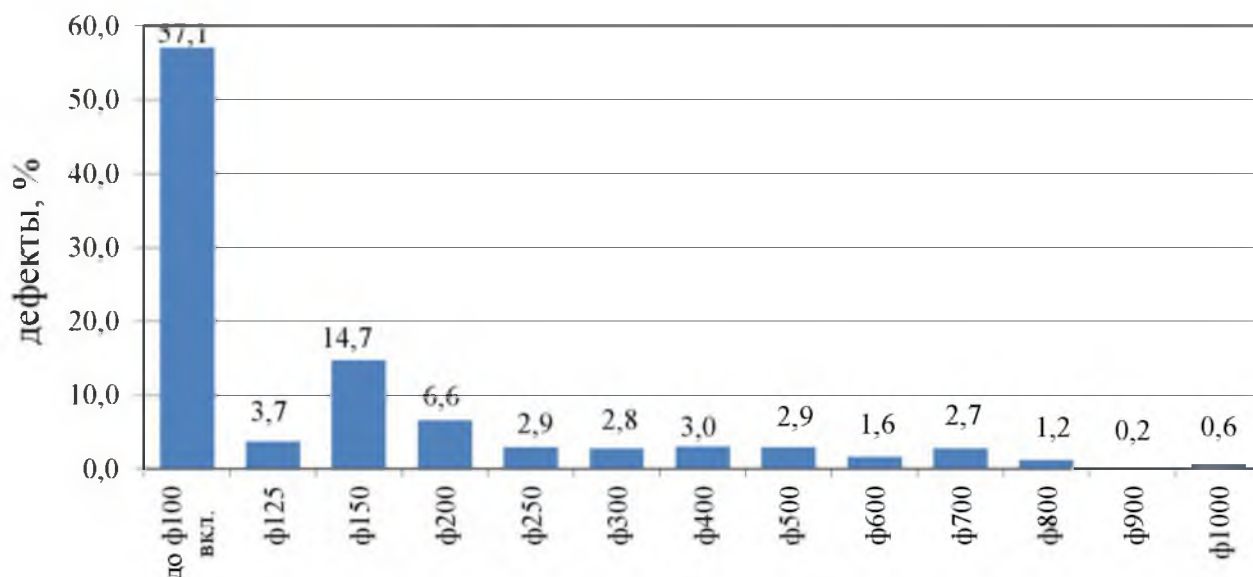


Рисунок 6 - Распределение дефектов на трубопроводах тепловых сетей без учета испытаний в 2015 году с разбивкой по диаметрам, %

С выходом СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения», утвержденных постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 7 апреля 2009 г. №20, появилась необходимость поддержания в точке водоразбора температуры горячей воды 60 °С (ранее действовала норма 50°С).

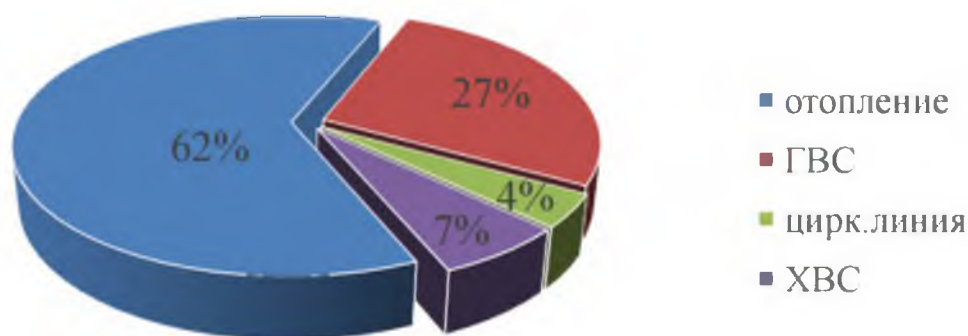


Рисунок 7 - Распределение дефектов по видам трубопроводов без учета испытаний в 2015 году, %

Структурный анализ многоквартирных жилых домов (МКД) проведенный на основании показаний приборов учета тепловой энергии, дистанционного сбора данных, а также на основании имеющихся жалоб от потребителей по городу Новосибирску (рисунок 8), показывает, что качество горячего водоснабжения не соответствует требованиям СанПиНа в отопительный период в среднем у 10% потребителей, а в межотопительный сезон данное значение достигает своего максимума (50%) по отдельным зонам города Новосибирска. Также стоит отметить значительную долю превышения заданных параметров,

которая варьируется в пределах от 75% в отопительный период до 35% в летний период времени, что в большинстве случаев говорит о перерасходе теплоносителя для нужд горячего водоснабжения. В городе присутствуют потребители с открытой системой водоразбора горячего водоснабжения из систем отопления, при которой также не выполняются требования по нормам качества.

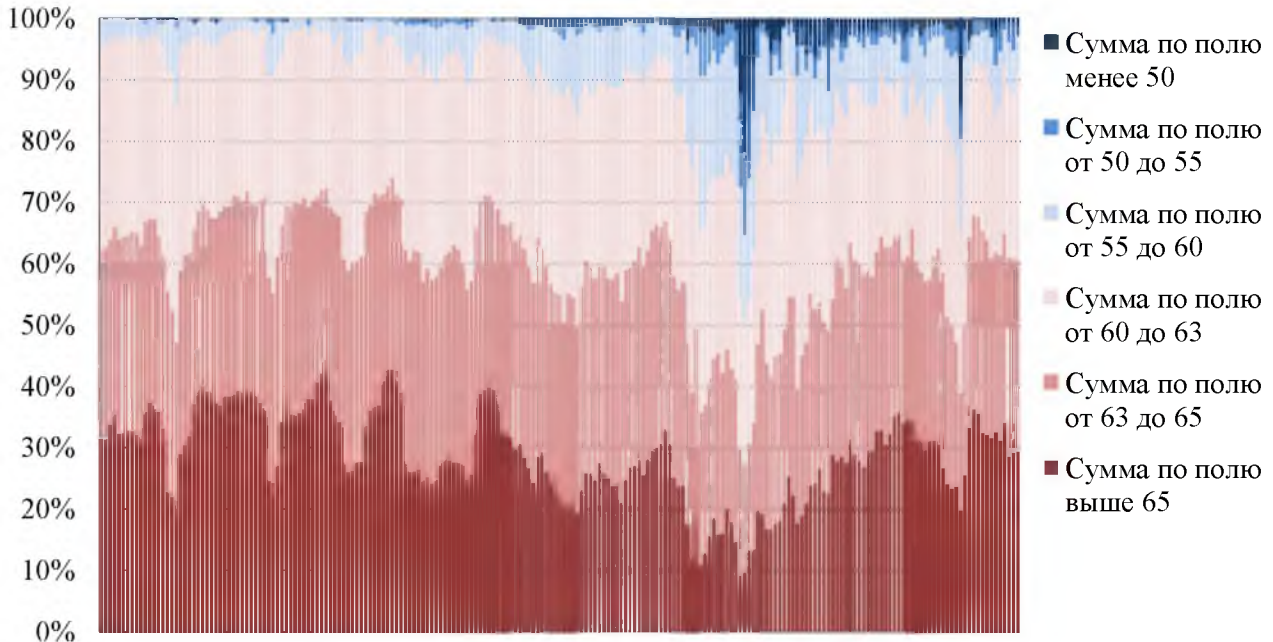


Рисунок 8 - Анализ качества горячего водоснабжения по г. Новосибирску без обратного трубопровода ГВ (Т4) за 8 месяцев 2015 года, °С

В свою очередь для обеспечения должного в ГВС в температурном графике теплоснабжения имеется нижняя «срезка», при работе в которой происходит перетоп потребителей [4, с. 79-86], подключенных через элеваторы, ограничивающие возможности регулирования. Обратная ситуация наблюдается в период работы системы в верхней «срезке» температурного графика, в которой происходит недогрев потребителей. Таким образом в действующей системе теплоснабжения возможности обеспечения должного качества теплоносителя зависят от объемов циркуляции и схемы подключения потребителей, так как крупные источники тепловой энергии города Новосибирска имеют ограничения по верхней «срезке» температурного графика, ввиду формирования равных условий для всех потребителей.

Все вышеперечисленное формирует высокие показатели нормативных и сверхнормативных потерь тепловой энергии, утечек теплоносителя и показателей аварийности теплоснабжения города Новосибирска. Так, например, анализ технико-экономических показателей работы тепловых сетей города показывает, что среднегодовые потери с учетом небаланса только в тепловых сетях при транспорте тепловой энергии составляют 19,4% (Таблица 2).

Таблица 2 - Технико-экономические показатели работы тепловых сетей за 2015 год

Период	Отпуск тепла в сеть, тыс. Гкал	СЦТ-1	СЦТ-2	Потери тепла в сетях с учетом небаланса, тыс. Гкал	% потерь с учетом небаланса к отпуску в сеть
1 кв	5128,6	4561,8	566,9	1081,7	21,1
2 кв	1925,3	1701,6	223,7	6,3	0,3
3 кв	1279,4	1154,6	124,8	282,2	22,1
4 кв	4626,3	4110,3	516,0	1137,7	24,6
Итого	12959,7	11528,4	1431,4	2507,8	19,4

Стоит отметить, что данное значение не включает в себя потери тепловой энергии, не входящие в зону балансовой принадлежности тепловых сетей, а именно потери до отпуска энергии с коллекторов теплоисточников и потери во внутридомовых распределительных сетях МКД.

Анализируя динамику показателей, определяющих уровень энергоэффективности системы теплоснабжения города Новосибирска, можно сделать вывод о четкой зависимости количества выявленных дефектов и уровня потерь тепловой энергии (Рисунок 9). Соотношение данных показателей отражает эффективность политики проведения испытаний в межотопительный период. При этом увеличившийся в последние годы показатель среднего срока эксплуатации тепловых сетей имеет влияние на количество дефектов при испытаниях. Зачастую тепловые сети не выдерживают завышенных параметров давления и температуры. Стоит отметить, что резкое увеличение потерь тепловой энергии в 2013 году связано с принятием в эксплуатацию части внутриквартальных тепловых сетей. Ежегодное снижение отпуска тепловой энергии влияет на абсолютные показатели потерь тепловой энергии, однако снижение относительных показателей данным фактором не обусловлено.



Рисунок 9 - Анализ динамики показателей энергоэффективности 2011-2015гг.

Таким образом, проанализировав энергоэффективность системы теплоснабжения города Новосибирска, можно сделать вывод о ключевых проблемах, которые формируют предпосылки для внедрения инновационных энергосберегающих проектов:

- наличие открытой системы теплоснабжения (ГВС);

- оборудование на тепловых пунктах имеют низкую эффективность;
- отсутствие в тепловых пунктах возможности качественного регулирования параметров теплоносителя;
- отсутствие у конечных потребителей приборов учета и автоматики для регулирования комфортной температуры в помещениях;
- высокий износ основных фондов теплосетевого оборудования;
- высокие затраты на ежегодный капитальный ремонт тепловых сетей;
- высокие показатели потерь тепловой энергии и теплоносителя.

Заключение

Выполненный анализ эффективности системы теплоснабжения города Новосибирска подтвердил обоснованность выбора действующей организационно-экономической модели в сфере теплоснабжения. Основное преимущество существующей системы - это возможность объединения производственных ресурсов для качественного достижения стратегических задач. В качестве ключевых слабых звеньев системы выступают высокая степень иерархичности функциональных организационных структуры и жесткое тарифное регулирование. С учетом этого не во всех случаях имеется возможность быстрой и качественной реакции на изменения условий рынка.

Список литературы

1. Башмаков И.А. Повышение энергоэффективности в системах теплоснабжения: Часть 1. Проблемы российских систем теплоснабжения / И.А. Башмаков // Журнал «Энергосбережение». - 2010. - № 2. - С. 46-52.
2. Годовой отчет открытого акционерного общества «Новосибирскгортеплоэнерго» за 2011 - 2014 год [Электронный ресурс] : электрон. дан. - Новосибирск, 2012 - 2015. - Режим доступа: <http://www.ngte.nske.ru/>.
3. Книга 1. Существующее положение в сфере производства, пережачи и потребления тепловой энергии для целей теплоснабжения / Департамент энергетики, жилищного и коммунального хозяйства города Новосибирска. - Электрон. дан. - Новосибирск, 2015. - Режим доступа: <http://degkh.ru/shema-ts/>.
4. Панферов С.В. Некоторые проблемы энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий / С.В. Панферов, А.И. Телегин, В.И. Панферов // Журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета». Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. - 2010. - № 22 (198) - С. 79-86.
5. Панферов С.В. Некоторые проблемы энергосбережения и автоматизации в системах теплоснабжения зданий / С.В. Панферов, А.И. Телегин, В.И. Панферов // Журнал «Вестник Южно-Уральского государственного университета». Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. - 2010. - № 22 (198) - С. 79-86.
6. СанПиН 2.1.4.2496-09. «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения». - Москва, 2009. - 13 с.
7. Семенов В.Г. Стратегия развития теплоснабжения в Российской Федерации на период до 2020 года (проект) [Электронный ресурс] / Семенов В.Г. // РосТепло.ру. - 2015. - 23 декабря. - Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/>.
8. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» - Москва, 2009. - 44 с.
9. Чернов С.С. Оценка влияния источников финансирования на интегральные показатели проектов энергосбережения // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса, 2014. - № 3. - С. 178-182
10. Шишкин М.В. Экономические аспекты внедрения индивидуальных тепловых пунктов / М.В. Шишкин // Журнал «Энергосбережение». - 2007,- № 3. - С. 12-15.

Известия КГТУ им. И.Раззакова 44/2017

11. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности: учеб. пособие / [Е.А. Борголова и др.] ; под ред. Е.А. Борголовой ; Некоммерческое Партнерство «Корпоративный образовательный и научный центр Единой энергетической системы» - Москва, 2013. - 349 с.