

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ В ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ ГОРОДА ТЮМЕНИ

Чекардовский М.Н.<sup>1</sup>, Илюхин К.Н.<sup>1</sup>, Ильин В.В.<sup>1</sup>, Алейников Д.А.<sup>1</sup>, Мельников А.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Тюмень, Россия (625001, Тюмень, ул. Луначарского, 2); эл. почта: [nis@tgasu.ru](mailto:nis@tgasu.ru).

В данной статье проведена исследовательская работа в системе централизованного теплоснабжения города Тюмени. За основу были взяты фактические гидравлические режимы тепловой сети с учетом перспективной тепловой нагрузки и с учетом аварийного режима работы тепловой сети. Для примера был рассмотрен гидравлический расчет, электронной модели Тюменской тепловой сети, выполненный в программном комплексе ZuluThermo. Даны рекомендации по повышению энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения в контуре Тюменской ТЭЦ-2. Рекомендации связаны с перекладкой трубопроводов, которые позволяют изменить существующий гидравлический режим в сторону увеличения пропускной способности трубопроводов, тем самым появится возможность увеличить количество подаваемого тепла к потребителю. Потребитель в свою очередь будет регулировать количество тепла в зависимости от его потребности, согласно тем параметрам, которые дает тепловая сеть, тем самым при выполнении всех рекомендаций потребитель получает необходимое количества тепла, а оставшееся тепло подается на перспективную застройку города.

Ключевые слова: тепловые сети, гидравлический режим, развитие систем теплоснабжения.

## STUDY OF PROMISING HYDRAULIC CONTROL IN TYUMEN HEATING SYSTEMS

Chekardovskiy M.N.<sup>1</sup>, Ilyukhin K.N.<sup>1</sup>, Ilyin V.V.<sup>1</sup>, Aleynikov D.A.<sup>1</sup>, Melnikov A.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tyumen State University of Architecture and Civil Engineering, Lunocharskogo, Tyumen, 625001, e-mail: [nis@tgasu.ru](mailto:nis@tgasu.ru).

This paper presents a research of central heating in Tyumen city. Actual hydraulic control of central heating was taken as a basis for research, with regard to promising heat load and emergency state of central heating. As for example, it was taken a hydraulic calculation of online Tyumen heating model, which was done with the help of software ZuluThermo. Also, there is guidance for increasing energy efficiency of central heating in the area of Tyumen CHP-2 in this paper. This guidance is about pipeline relaying, which will help to change actual hydraulic control for ramp-up. Thereby the redundancy of supplied heat to consumer will become possible. A consumer would set up the amount of heat which he needs and if he follows the guidance, the remaining heat would be directed to future of city development.

Keywords: district heating, improving of heating systems, hydraulic control.

Постановлением Правительства РФ № 154 от 22.02.2012 (далее – Постановление Правительства № 154) введены в действие «Требования к схемам теплоснабжения, порядку их разработки и утверждения». Они разработаны с целью – обеспечить реализацию Федерального закона № 190-ФЗ «О теплоснабжении». В качестве одного из требований к схемам теплоснабжения Постановление Правительства РФ № 154 определяет разработку электронных моделей систем централизованно теплоснабжения (СЦТ).

В связи с этим, с 1 января 2013 года использование расчётных моделей систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) станет обязательным условием для городских округов с численностью населения 100 тыс. человек и более. Следует отметить, что такая модель для СЦТ г. Тюмени была разработана в 2010 г.

Для разработки расчётной модели на план городского округа необходимо нанести существующие тепловые сети. В качестве исходных данных, например, в программном обеспечении ZuluThermo необходимо указать информацию об источнике (геодезическая отметка, расчётные температуры наружного воздуха, холодной воды и горячего водоснабжения, режим работы источника и др.), тепловых сетях (диаметры, длины, местные сопротивления, шероховатость и др.) и потребителях (тепловая нагрузка, геодезическая отметка, требуемый напор и др.). Схема дополняется такими элементами как повышающие и дроссельные насосные станции, указываются открытые / закрытые секционные задвижки и т.д.

Для определения возможности использования полученной модели проводится аналогия фактических гидравлических параметров и полученных расчётным путём.

В связи с этим, актуальностью исследования является анализ гидравлических режимов тепловой сетив контуре Тюменской ТЭЦ-2 в программном комплексе ZuluThermo, с учетом подключения к СЦТ перспективной тепловой нагрузки.

Во время проведения исследования были решены следующие задачи:

- проведен анализ гидравлических параметров в магистральной тепловой сети с учетом подключения к ней перспективной тепловой нагрузки по действующим техническим условиям;
- проведен анализ необходимых требований для реализации плана по подключению новой тепловой нагрузки;
- внесены предложения по улучшению параметров тепловой сети с учетом подключения новой тепловой нагрузки.

Для анализа возможных сценариев работы тепловых сетей требуется разработка аварийных и перспективных режимов.

Следовательно, необходимо выделять и перспективные гидравлические режимы, который необходим для предотвращения уменьшения необходимых параметров теплоносителя на конечных потребителях [1].

Фактический гидравлический режим используется при разработке аварийных режимов для моделирования всех возможных вариантов ухудшения параметров теплоносителя, определения потребителей, параметры теплоносителя которых будут снижены в связи с возникновением аварии на тепловых сетях.

Разработка перспективных гидравлических режимов заключается в определении технической возможности подключения дополнительной тепловой нагрузки. При этом организация, осуществляющая эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, определяет технические условия в соответствии с ранее выданными обязательствами по

обеспечению подключения объектов капитального строительства. Иными словами, учитываются все действующие технические условия. В результате в расчётной модели СЦТ увеличивается расход теплоносителя по сравнению с фактическим гидравлическим режимом.

При этом следует учитывать, что общими принципами организации отношений в сфере теплоснабжения являются [2]:

- обеспечение надёжности теплоснабжения в соответствии с требованиями технических регламентов;
- обеспечение энергетической эффективности теплоснабжения и потребления тепловой энергии [5];
- развитие систем централизованного теплоснабжения;

В связи с этим, у каждого подключенного потребителя тепловой энергии должны выдерживаться следующие параметры:

- давление в обратном трубопроводе не должно быть выше предельно допустимого – 6,0 кгс/см<sup>2</sup>, для систем отопления с чугунными отопительными приборами, 10,0 кгс/см<sup>2</sup> – со стальными [4];
- располагаемый перепад на вводе в тепловой пункт не должен быть ниже 1,5 кгс/см<sup>2</sup> [2].

Так, при подключении суммарной тепловой нагрузки по выданным техническим условиям в размере 380 Гкал/ч в контуре Тюменской ТЭЦ-2 наблюдаются следующие отклонения от эффективного гидравлического режима (таблица 1):

Таблица 1. Параметры теплоносителя тюменской тепловой сети от ТЭЦ-2 до 4к25

Контрольная точка	Давление, м. вод.ст.		Геодезическая отметка, м
	Подающий трубопровод	Обратный трубопровод	
ТЭЦ-2	117,2	14,2	73,8
9к1а	87,6	36,5	72
ПНС-5.1	71	45,8	72
	115		
9П5-1.2	90,8	42,6	84,2
9П6-1.2	64,6	36,8	100
9П8-1.2	62,7	46,9	96
ПНС-3	68,4	66,3	83,8
		39,3	
4П8	58,9	43,6	86
4к25	62,5	59,2	76

- в тепловой камере 4К11, а также на участке тепловой сети от теплового павильона 4П9 до тепловой камеры 4К25 не обеспечивается нормативный располагаемый перепад в 15 м. вод.ст.;

- давление в обратном трубопроводе на участке тепловой сети от теплового павильона 4П9 до тепловой камеры 4К25, а также в тепловой камере 4К11 превышает допустимое рабочее давление, которое для зависимых систем теплоснабжения составляет  $6,0 \text{ кгс/см}^2$ .

Таким образом, для стабилизации гидравлических параметров необходимо предусмотреть развитие тепловых сетей.

Вместе с тем, при проектировании новых и реконструкции действующих СЦТ, а также при разработке мероприятий по повышению эксплуатационной готовности и безотказности работы всех звеньев системы расчёт гидравлических режимов обязателен [2].

Для обеспечения технической возможности подключения перспективной тепловой нагрузки филиалом ОАО «УТСК» Тюменские тепловые сети использована электронная модель СЦТ города Тюмени, с целью разработки мероприятий по развитию тепловых сетей, которые включены в Инвестиционную программу по развитию системы коммунальной инфраструктуры, используемой для производства товаров (оказания услуг), в целях обеспечения централизованного теплоснабжения на 2012–2016 годы (ИП). В соответствии с ИП в контуре Тюменской ТЭЦ-2 предусмотрена реализация 8 мероприятий по реконструкции тепловых сетей что, в свою очередь, значительно повысит эффективность работы СЦТ. Данные мероприятия включают в себя:

- реконструкцию участка тепломагистрали по ул. Широтной от камеры 9П1 (9П1-а-1) до камеры 9К1б с увеличением диаметра  $2\text{Ду} = 1000 \text{ мм}$  на  $2\text{Ду} = 1200\text{мм}$ ,  $L=75 \text{ м}$  (в двухтрубном исчислении);

- модернизацию ПНС-3 с установкой насосных агрегатов на подающем трубопроводе и строительство подающего;

- реконструкцию участка тепломагистрали № 9 по ул. Широтной от смотровой камеры до ПНС-5 в ППУ изоляции с увеличением диаметра до  $4\text{Ду}1000\text{мм}$ ,  $L=160 \text{ м}$  (в четырехтрубном исчислении);

- реконструкцию участка тепломагистрали № 4 от ПНС №3 до 4К12 с увеличением диаметра до  $720 \text{ мм}$ ,  $L=140 \text{ м}$  (в двухтрубном исчислении);

- реконструкцию участка тепломагистрали № 1 по ул. 50 лет. Октября от камеры 1П3 до камеры 4П1, через ПНС-1, с увеличением диаметра трубопроводов и запорной арматуры  $2\text{Ду} = 800\text{мм}$  на  $2\text{Ду} = 1200\text{мм}$ ,  $L=1400 \text{ м}$  (в двухтрубном исчислении);

- реконструкцию участка тепломагистрали № 1 по ул. Одесская от камеры 11П1 до камеры 1П2 с увеличением диаметра  $2\text{Ду} = 700\text{мм}$  на  $2\text{Ду} = 1000\text{мм}$ ,  $L=900 \text{ м}$  (в двухтрубном исчислении);

- реконструкцию участка тепломагистрали № 5 от 5К24 до 5К27 с увеличением диаметра до  $2\text{Ду}700$ ,  $L=800 \text{ м}$  (в двухтрубном исчислении);

- реконструкцию участка тепломагистрали № 5 от 5П2а до 5К22а с увеличением диаметра до 2Ду700, L=180 м (в двухтрубном исчислении).

После выполнения мероприятий по развитию СЦТ отмеченные ранее отклонения от эффективного гидравлического режима будут устранены (таблица 2).

Таблица 2. Параметры теплоносителя в тюменских тепловых сетях от ТЭЦ-2 до 4к25 после реализации инвестиционной программы

Контрольная точка	Давление, м.вод.ст.		Геодезическая отметка, м.
	Подающий трубопровод	Обратный трубопровод	
ТЭЦ-2	117,2	14,2	73,8
9к1а	95	29,8	72
ПНС-5.1	76,7	41,7	72
	115,2		
9П5-1.2	94,8	36,8	84,2
9П6-1.2	68,7	30,9	100
9П8-1.2	66,9	40,9	96
ПНС-3	75,2	57,6	83,8
		30,6	
4П8	66,5	33,6	86
4к25	70,1	49,3	76

Кроме этого, представляется возможным подключение дополнительной перспективной тепловой нагрузки. Однако принятие окончательного решения о возможности подключения объектов капитального строительства должно производиться на основании гидравлического расчёта.

Практическая ценность электронных моделей СЦТ заключается в быстром выполнении расчётов и отображении параметров теплоносителя на каждом тепловом пункте потребителей тепловой энергии.

Хочется верить, что уже в ближайшее время использование электронных моделей СЦТ станет обычной практикой теплоснабжающих организаций при разработке гидравлических режимов.

Однако для разработки эффективной системы централизованного теплоснабжения необходим комплексный подход в использовании энергосберегающих технологий. Так, например, применение систем автоматического регулирования потребления тепловой энергии в индивидуальных тепловых пунктах позволит значительно снизить температуру в обратном трубопроводе тепловых сетей (рисунок 1). Тем самым повысится выработка электрической энергии на источнике централизованного теплоснабжения, работающем по теплофикационному циклу. Снизится расход в тепловой сети и расход электрической энергии на перекачку теплоносителя.

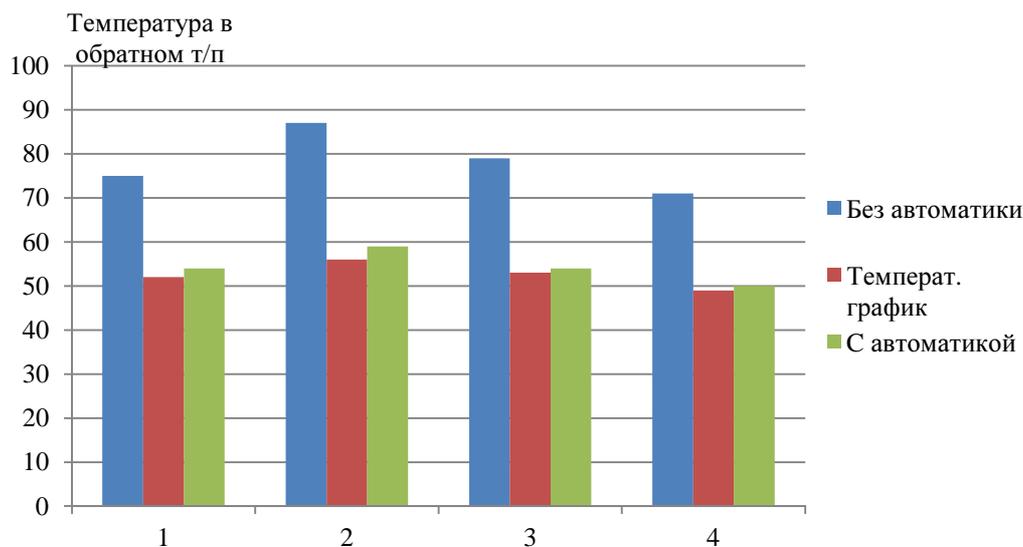


Рис 1. Температура в обратном трубопроводе тепловой сети

Таким образом, для разработки энергоэффективной системы централизованного теплоснабжения требуется:

- поэтапное внедрение современных технологий во всей цепочке теплоснабжения (источник – тепловые сети – потребитель);
- своевременный ремонт всей цепочки теплоснабжения для предотвращения появления аварийных ситуаций;
- создание нормативной базы по стимулированию к развитию высоких технологий в области теплоснабжения.

### Список литературы

1. Исследование режимов работы магистральных тепловых сетей в контуре Тюменской ТЭЦ-2 / К.Н. Илюхин, А. П. Мельников, Д.А. Алейников, А.Ф. Шаповал, О.А. Степанов // Приволжский научный журнал, период. науч. изд. – Н. Новгород, ННГАСУ, 2012. – № 2. – С. 104-108.
2. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003 № 115. – 192 с.
3. Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: учебник для вузов. Изд-во АСВ, 2008. – 576 с.
4. СНиП 41-02-2003. Тепловые сети: утв. Госстроем России: взамен СНиП 2.04.07 – 86\*: дата введ. 01.09.03. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 38 с.
5. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для вузов / Е.Я. Соколов. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.

**Рецензенты:**

Миронов В.В., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Водоснабжения и водоотведения»  
ТюмГАСУ, г. Тюмень.

Степанов О.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Промышленной теплоэнергетики»  
ТюмГАСУ, г. Тюмень.