

УДК 697.34:697.444

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Антипова, В.М. Мельников

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Российская Федерация
e-mail: vmmtgv@mail.ru, 89206262361@mail.ru

В статье освещаются вопросы и пути совершенствования систем теплоснабжения промпредприятий, методы проведения испытаний, анализа исходных данных и полученных результатов.

Ключевые слова: энергосбережение, обследование, методики, расчёты.

SYSTEM IMPROVEMENT HEAT SUPPLY OF INDUSTRIAL ENTERPRISE

A. Antipova, V. Melnikov

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov, Russian Federation
e-mail: vmmtgv@mail.ru, 89206262361@mail.ru

The article highlights the issues and ways of improving the heat supply systems of industrial enterprises, methods of testing, analysis of initial data and the results obtained.

Keywords: energy saving, examination, methods, calculations.

Совершенствование систем теплоснабжения является довольно-таки известной и широко разрабатываемой темой для учёных, исследователей и практиков, работающих в области теплоснабжения. Или специалистов, связанных с данной областью по роду своей деятельности смежно и косвенно. Системы теплоснабжения промышленных предприятий часто являются закрытой темой, ибо выносить на суд широкой общественности параметры работы таких систем собственники, как правило, не горят желанием. Сказать что-то новое довольно-таки трудно, но, тем не менее, публикации по данной тематике будут продолжаться, т.к. ещё больше вопросов остаётся не выясненными.

К дальнейшим исследованиям подталкивает и неизбежный прогресс как в материалах для систем теплоснабжения и технологиях их использования, так и общественно-политической жизни страны. Всё большее число граждан хотели бы видеть совершенную, энерго- и ресурсосберегающую технологию производства, транспортировки, регулирования и распределения тепловой энергии. Тем более плата за тепловую энергию является наиболее весомой составляющей в общем списке

коммунальных для населения и производственно-технических для предприятий платежей.

Совершенствование системы теплоснабжения промышленного предприятия может быть проведено как в рамках внутренней стратегии предприятия на снижение ресурсо- и энергопотребления собственными силами, так и с привлечением сторонних сертифицированных организаций с высокопрофессиональным, квалифицированным и мобильным коллективом, оснащённым необходимым набором поверенного измерительного оборудования и вооружённым современными методиками измерения, обработки и формализации полученных данных.

Существующий Федеральный Закон об энергосбережении дополнен изменениями в ряде статей и соответствующих пунктов в целом свидетельствующих о том, что государство для многих потребителей обязанность проведения обязательного энергетического обследования заменило обязанностью о предоставлении декларации о потреблении энергетических ресурсов [1]. Можно считать это верным направлением, т.к. обязательность энергообследования зачастую становилась формальностью, создавался отчёт и укладывался на полку. К тому же на волне обязательности появилось множество сомнительных фирм-временщиков с лицензиями, вполне хорошо оснащённые оборудованием и методиками, но неважно умеющие обработать, систематизировать информацию, сделать выводы, дать нужные рекомендации. И немалые финансовые затраты за сомнительную работу.

Хотя практика показала, что энергоаудит, проводимый при живом и заинтересованном участии принимающей стороны (заказчик) становится реальной работой и планами на будущие изменения и снижения энерго- и ресурсопотребления. Может быть и другая крайность, в результате которой специалисты, проводящие энергообследования, идут на поводу и выполняют волю заказчика, хотя такие действия противоречат здравому смыслу и нарушают реальную картину, сглаживают противоречия.

Какой бы не была форма обследования предприятия, или предыдущие методики энергоаудита, или современное формирование декларации, тем не менее, такие обследования проводятся и в настоящее время, не столь формализованные и задекларированные [2].

Основной статьёй расхода энергоресурсов многих промышленных предприятий остаются затраты на тепловую энергию. Особенно, если технология выпуска продукции связана с нагревом до значительных температур сырья, продукции. К таким относятся предприятия по выпуску стеклянной продукции, и одно из таких предприятий во Владимирской области было подвергнуто энергоаудиту. Основной задачей энергосбережения являлась выработка практических рекомендаций по снижению затрат тепловой энергии.

Перед обследованием была поставлена цель - оценка эффективной работы и безопасной эксплуатации системы теплоснабжения. Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Получение объективной информации о системе теплоснабжения и теплопотребления.
2. Оценка технического состояния трубопроводов, арматуры и изоляции надземных участков тепловых сетей на территории предприятия.
3. Составление фактической схемы теплоснабжения на территории предприятия с обозначением, длин и диаметров трубопроводов тепловых сетей, корпусов.
4. Гидравлический расчет водяных тепловых сетей от котельной до потребителей на территории предприятия в программном комплексе ГИС «Zulu 7.0».
5. Анализ фактического распределения тепловой нагрузки, потерь в тепловых сетях, составление пьезометрических графиков.
6. Разработка рекомендаций по перекладке участков тепловых сетей с изменением диаметра трубопроводов.
7. Проведение тепловизионного обследования надземных участков тепловых сетей в отопительный период.
8. Разработка перечня мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности.

Перечень задач показывает, что все вышеуказанные задачи направлены на совершенствование системы теплоснабжения промышленного предприятия и решались последовательно в преддверие и в течение отопительного периода.

Получение объективной информации основывалось на обработке известных и полученных данных и их систематизации. Это сведения о зданиях, находящихся на балансе, источниках теплоты, котлах-утилизаторах, расчётов нормативных показателей и их сравнение с реальными затратами тепла и констатация факта, что расход топлива котельной на отпущенную тепловую энергию практически равен нормативному значению.

Оценка технического состояния проведена по данным имеющейся схемы отдела энергетики предприятия, визуальным наблюдением и замерами. Задача решалась точнее, т.к. фактически все трубопроводы тепловой сети находятся надземно на опорах различной высоты. Произведена оценка состояния тепловой изоляции.

Составлена фактическая схема теплоснабжения на территории предприятия для последующего гидравлического и теплового расчётов. Авторы прошли очное обучение в г. Санкт-Петербурге по программе ZuluThermo с получением соответствующих сертификатов.

Поэтому следующая задача «Гидравлический расчёт» была решена именно в данном расчётно-программном комплексе, являющийся, по оценкам экспертов и пользователей, лучшим в России [3]. Комплекс Zulu дал возможность ввести все исходные данные, оценить реальные составляющие параметров тепловой сети и рассчитать исходный вариант и сопоставить полученные результаты с фактическими данными. Следует отметить, что абсолютного совпадения не получилось, это объективно, но расхождение $\pm 5 - 10\%$ можно считать в пределах допуска.

Фрагмент итогов гидравлического расчёта показан в таблице 1.

Таблица 1. – Результаты гидравлического расчёта

Начало участка	Конец участка	Длина, м	Диаметр под. трубопровода, м	Диаметр обр. трубопровода, м	Вид прокладки тепловой сети	Период работы тр-да	Теплоизоляционный материал под.и обр.тр-да
1	2	3	4	5	6	7	8
Утил. 5	Утил. 5	4,2	0,21	0,15	Внутри пом.	Весь год	Изол 1
Утил. 6	Утил. 6	4,91	0,21	0,15	Внутри пом.	Весь год	Изол 1
Утил. 5	цех ветка на СКВ	20	0,21	0,15	Внутри пом.	Весь год	Изол 1
Утил. 6	Утил. 5	30	0,21	0,15	Внутри пом.	Весь год	Изол 1
цех ветка на СКВ	подъем на опору	9,6	0,05	0,05	Надземная	Зимний период	Стекловолокно

Окончание таблицы 1

Толщ. изоляц. под.и обр. тр-да, м	Техническое состояние изоляции под.и обр.тр-да	Расход воды в под. трубопроводе, м ³ /ч	Расход воды в обр. трубопроводе, м ³ /ч	Потери напора в под. трубопроводе, м	Потери напора в обр. трубопроводе, м	Тепловые потери в под. трубопроводе, ккал/ч	Тепловые пот. в обр. трубопроводе, ккал/ч
9	10	11	12	13	14	15	16
0,06	УД. техн. сост.	65,0298	-64,7867	0,008	0,048	136,33	76,55
0,06	УД. техн. сост.	25,8266	-25,8266	0,002	0,009	159,38	89,45
0,06	УД. техн. сост.	90,8529	-90,6151	0,077	0,447	649,09	364,53
0,06	УД. техн. сост.	25,8261	-25,8269	0,01	0,055	973,72	546,77
0,05	незнач. разр. по-кров.основ.	1,241	-1,2367	0,013	0,013	518,9	354,6

Следующая задача «Анализ фактического распределения тепловой нагрузки...» выполнялась путём сопоставления полученных данных и расчётов по нормативным документам. Фактическое количество выработанной тепловой энергии утилизаторами рассчитано из результатов фактических замеров тепловой мощности утилизаторов. Фактическое количество выработанной тепловой энергии котельной рассчитано по данным фактического месячного расхода природного газа на котельной (рисунок 1).

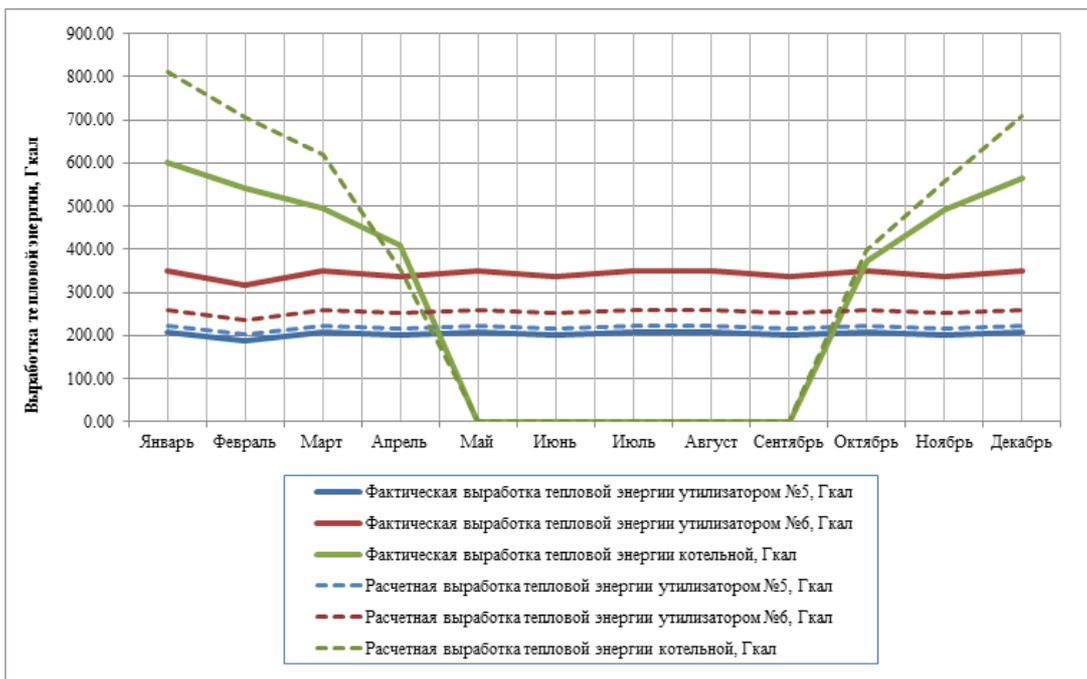


Рисунок 1. – Сравнение фактической выработки тепловой энергии котельной и утилизаторами с расчетными значениями по месяцам

По результатам расчетов можно сделать вывод, что фактическая выработка тепловой энергии меньше расчетных значений в отопительный период январь-март, ноябрь-декабрь. Фактическая выработка тепловой энергии котельной меньше требуемой выработки тепла котельной на нужды отопления и ГВС в отопительный период.

В результате анализа фактической тепловой мощности источников тепла, расчета тепловой нагрузки на отопление зданий, расчета потерь тепла через изоляцию трубопроводов выявлен дефицит установленной мощности источников тепла в 0,26 Гкал/ч или 0,3 МВт.

Анализ фактического распределения тепловой нагрузки также производился по результатам расчёта в Zulu, следует отметить возможность формирования базы данных и их последующей формализации. Построены пьезометрические графики, пример показан на рисунке 2.



Рисунок 2. – Пьезометрический график магистральной линии

Функция «Поверочный расчёт» программы дала возможность определить фактические расходы теплоносителя и количество тепловой энергии, получаемой потребителем при заданном температурном графике и располагаемом напоре на источнике.

Данные пьезометрического графика, такие как располагаемый напор, потери напора, длина и диаметр участка, скорость и расход теплоносителя дают полное представление о гидравлическом режиме выбранного направления. В целом гидравлический режим необходимо контролировать, отслеживать и выстраивать самим разработчикам, расчётная программа является быстрым, наглядным, но всё же инструментом.

Рекомендации по перекладке участков тепловых сетей были даны по результатам анализа гидравлического расчёта с сопоставлением данных по замерам величин давлений в узловых точках сети и расходов теплоносителя при помощи ультразвукового расходомера. Исходя из принципа оптимальных потерь удельного давления, даны рекомендации по изменению диаметра трубопроводов, приуроченного, как правило, к плановым ремонтам и реконструкции тепловой сети.

Проведенный тепловизионный контроль по всем нормативному документу [4] дал яркую визуальную картинку тепловых потерь, которая может быть полезна для нахождения мест повреждения теплоизоляции, утечек тепла. Но численные значения температур могут быть приняты лишь ориентировочно, для тепловых расчётов их точность недостаточна.

Результатом проведённой работы явились таблицы, графики и другие данные, анализ которых позволил сделать следующие выводы:

1. Необходима замена тепловой изоляции на участках тепловой сети (даётся перечень участков и предлагается современный теплоизоляционный материал)
2. Установка дросселирующих устройств в системе отопления потребителей как результат расчёта в программе Zulu.
3. Установка дополнительного источника тепла как результат анализа теплового баланса системы теплоснабжения.

В заключение следует отметить, что результаты обследования были приняты заказчиком (служба энергетика предприятия). Специалисты данной службы принимали участие на всех этапах обследования и были заинтересованы в получении достоверной и нужной для последующей практики информации. Можно считать такую заинтересованность одной из важнейшей составляющей обозначенной выше цели энергетического обследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федер. Закон, 23 ноября 2009 г., № 261-ФЗ : в ред. от 26.07.2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://legalacts.ru/doc/> . – Дата доступа : 04.11.2019.

2. Требования к проведению энергетического обследования и его результатам и правила направления копий энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования : Приказ Минэнерго РФ №400 от 30.06.2014 с изм. и доп. от 13.01.2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ivo.garant.ru/>. – Дата доступа : 04.11.2019.
3. ZuluThermo [Электронный ресурс] // Политерм. – Режим доступа: URL: <https://otivent.com/raschet-teplovoj-nagruzki-na-otoplenie>. – Дата доступа : 04.11.2019.
4. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций: ГОСТ 26629-85. – Введ. 01.07.86 . – М.: Издательство стандартов, 1986. – 12 с.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.
ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>