

Отзыв официального оппонента

Доктора технических наук Рафальской Татьяны Анатольевны
на диссертацию Третьяковой Полины Александровны
«Совершенствование систем централизованного теплоснабжения с
использованием тепловых насосов», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение,
вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение

Актуальность темы исследования. Согласно энергетической стратегии России развитие теплоснабжения России и ее регионов на базе теплофикации с использованием современных экономически и экологически эффективных когенерационных установок является основной задачей развития в сфере теплоснабжения. Следовательно, применение вторичных энергетических ресурсов тепловых электростанций способствует выполнению поставленной задачи, а совершенствование систем теплоснабжения с применением тепловых насосов является актуальной темой исследования.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 134 наименований, содержит 148 страниц текста и включает 29 таблиц и 30 рисунков.

Во введении приведена актуальность работы, объект и предмет исследования, обоснованы научная новизна, практическая и теоретическая значимость, достоверность приведенных научных положений.

В первой главе изучен мировой и отечественный опыт применения тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения на основе трудов отечественных и зарубежных ученых. Отражены технологические схемы их применения. Результатом первой главы является сформулированные выводы об отсутствии критериев и способов оценки систем теплоснабжения с применением тепловых насосов и отсутствии методики оценки трассировки тепловой сети на основе применения растровых карт с экономическими, технологическими и экономическими параметрами.

Вторая глава посвящена разработке схемы теплоснабжения с применением тепловых насосов и показателей тепловой экономичности

подобных систем на основе изменения выработки электроэнергии на тепловом потреблении для системы теплоснабжения с использованием тепловых насосов и изменения коэффициента использования теплоты топлива. Приведена запатентованная соискателем система централизованного теплоснабжения с тепловыми насосами, установленными в тепловых пунктах потребителей.

В третьей главе приводятся критерии эффективности системы теплоснабжения населенных пунктов на основе четырех групп факторов: технологических, эксплуатационных, экономических и экологических. Предложена экспертная оценка приведенных параметров и способы приведения показателей к числовым значениям.

В четвертой главе рассмотрен выбор рационального варианта трассы тепловой сети в системах централизованного теплоснабжения. Оценено воздействие окружающей среды и близлежащих объектов на износ трубопроводов, возможность совмещения с другими инженерными системами, стоимость проведения строительных и ремонтных работ. Приведен пример применения предложенной методики выбора трассы тепловой сети от Тюменской ТТЭЦ-1 до теплового пункта 12-го планировочного района города.

В пятой главе рассмотрены экономические показатели применения систем теплоснабжения с тепловыми насосами. Рассмотрена методика определения затрат электроэнергии на привод тепловых насосов, затрат электроэнергии на транспорт теплоносителя, определения капиталовложений, экономии денежных и чистого дисконтированного (приведенного) дохода в результате применения тепловых насосов. Разработана аналитическая зависимость определения чистой дисконтированной прибыли, в результате внедрения тепловых насосов в централизованное теплоснабжение на базе ТЭЦ города Тюмень в зависимости от удаленности потребителей, тепловой нагрузки и диаметра трубопровода.

В заключении приведены основные результаты диссертационной работы.

Научная новизна результатов диссертации. Диссертационная работа обладает научной новизной. В ходе выполнения исследования автором разработан способ генерации тепловой энергии на основе применения тепловых насосов, также автором получены аналитические зависимости, позволяющие исследовать изменение коэффициента использования теплоты топлива и удельной выработки электроэнергии на ТЭЦ при применении тепловых насосов. Автором предложена методика выбора трассы тепловой сети и методика оценки эффективности существующих схем тепловой сети. Полученные научные результаты, выводы и рекомендации соискателя можно охарактеризовать как соответствующие содержанию выполненных исследований.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается анализом и использованием 134 литературных источников (иностранных и отечественных) и сопоставимостью полученных результатов с исследованиями других авторов.

Достоверность основных положений и выводов подтверждается применением методов исследования, основанных на фундаментальных законах технической термодинамики, методах вычислительной математики, теории теплообмена и теплофизики

Теоретическая и практическая значимость работы:

- разработана схема теплоснабжения с применением тепловых насосов, позволяющей повысить тепловую экономичность ТЭЦ,
- разработана методика выбора трассы тепловой сети,
- разработана методика комплексной оценки эффективности систем теплоснабжения.

Содержание диссертационной работы отражено в опубликованных автором 19 научных работах, из которых 6 работ проиндексированы Scopus, 5 работ опубликованы в источниках по перечню ВАК РФ. Анализ содержания опубликованных работ показывает, что в них достаточно полно отражено основное содержание выполненного исследования. В своих публикациях автор

раскрывает и подтверждает обоснованность разработанных научных положений диссертационного исследования.

По диссертации имеются следующие **вопросы и замечания**:

1. На с.26 говорится, что в систему теплоснабжения поступает вода с температурой 40 °С. Как получается такая температура теплоносителя, если на рис. 2.1 и 2.2 она составляет 35 °С после сетевых подогревателей и 31 °С после конденсатора?

2. Предложенный коэффициент (2.11), с. 39, показывает не отношение выработанной электроэнергии к невыработанной тепловой энергии, а отношение выработанной электроэнергии в теплофикационном и конденсационном циклах работы.

3. Во второй главе на рисунке 2.2. приведена система централизованного теплоснабжения с тепловыми насосами. В качестве вторичного энергоресурса выбраны сточные воды. Как реализован теплообменник испарителя, какого он типа и каким образом предлагается очищать его от загрязнений сточными водами и защищать от коррозии?

4. Что обозначено синими метками на рис. 2.5 (с. 31)? (Меток 6, а обозначений 5).

5. Расход воды в традиционной системе теплоснабжения существенно зависит от способа центрального регулирования и схемы присоединения теплообменников ГВС в тепловом пункте. При этом на рис. 2.9 показан расход сетевой воды только на отопление в традиционной системе теплоснабжения при качественном способе регулирования. Поэтому сравнивать расходы воды в разных вариантах систем (рис. 2.9-2.13) не корректно.

Оценивалось ли соотношение расхода воды в традиционной и предлагаемой системах теплоснабжения при одинаковом качественно-количественном способе регулирования с учетом горячего водоснабжения?

6. При оценке надежности и эффективности и стоимости системы теплоснабжения с тепловыми насосами следует учесть также, что применение обратной воды с температурой около 10 °С может потребовать прокладки

тепловых сетей ниже промерзания грунта (1 – 1.5 м), устройство дополнительной теплоизоляции, невозможность применения надземной прокладки. (В Прил. 3, на стр. 145 сказано, что вдоль объездной дороги применяют надземную прокладку на низких опорах). Кроме того в предлагаемой системе теплоснабжения при качественно-количественном регулировании расход воды в течение отопительного периода меняется в 5 раз (рис. 2.12). Необходимо также учесть строительство перекачивающих насосных станций, установку регуляторов давления, рассечки, подпора.

7. На с. 36 сказано, что при увеличении нагрузки отопления и ГВС или снижении температуры низкопотенциального источника увеличивается число часов работы ТН. Разве они работают не постоянно, ведь температура источника всего 35 °С?

8. На с. 41 формула (2.20) неверная. Она имеет точно такой же вид, как (2.21), но множитель cG' записан в числителе, а не в знаменателе.

9. На с. 63-64 в табл. 3.5 и 3.6 сравниваются 6 вариантов систем теплоснабжения. В табл. 2.4 и 2.5 сравниваются 5 вариантов. На рис. 3.1 – 4 варианта. Почему сравнивается разное количество вариантов и какая система представлена 6-м вариантом?

10. Предлагается система теплоснабжения с баками-аккумуляторами в центральных тепловых пунктах. Однако в соответствии с п. 6.19 СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» устанавливать баки-аккумуляторы в жилых кварталах не допускается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на вышеприведенные замечания, считаю, что диссертационная работа Третьяковой Полины Александровны является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержит научные результаты и выводы, отличающиеся новизной. Диссертационная работа Третьяковой Полины Александровны на тему

