

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной  
работе ГОУ ВПО

«Донецкий национальный  
технический университет»

д.т.н., профессор

Маренич К.Н.

«19» апреля 2016 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации

Выборнова Д.В. на тему: «Использование теплоты шахтных вод с помощью парокомпрессионных теплонасосных установок», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

### Актуальность для науки и практики

Актуальность темы определяется недостаточной разработкой вопросов энергосбережения в системах теплоснабжения. Сегодня возрастает роль важности обеспечения надежности и экологичности систем теплоснабжения в условиях дефицита природных энергоресурсов. Основное внимание в работе уделено исследованию важной задачи рационального выбора теплонасосного оборудования для утилизации теплоты шахтных вод, влияющей в итоге на дальнейшую работу теплогенерационного оборудования. Выводы и рекомендации по этому вопросу являются необходимыми для внедрения вопросов энергосбережения в сфере жилищно-коммунального хозяйства и эксплуатации горнодобывающих предприятий.

### Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Основные научные результаты, полученные автором:

1. Обоснована и доказана практическая и экономическая целесообразность утилизации теплоты шахтных вод с помощью парокомпрессионных теплонасосных установок (ТНУ) для нужд теплоснабжения.

2. Даны методологические рекомендации по выбору теплонасосного оборудования для утилизации теплоты шахтных вод.

3. Предложены новые решения при осуществлении цикла теплонасосной установки, позволяющие снизить температуру перегрева в конце сжатия, что увеличивает срок службы компрессора.

4. Разработана математическая модель потоков теплоты и эксергии в ТНУ, использующей теплоту шахтных вод.

5. Разработана опытно-промышленная установка и доказана экономическая целесообразность инвестиций в данный вид энергосберегающих мероприятий.

Значимость результатов исследований для науки заключается в том, что предложенная математическая модель потоков теплоты и эксергии в ТНУ, использующей теплоту шахтных вод, и разработанная методика расчета тепловой и эксергетической эффективности ТНУ для различных условий эксплуатации позволяют проводить оценку эффективности отдельных узлов и установки в целом как на стадии проектирования, так и на стадии реконструкции.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что предложена схема опытно-промышленной ТНУ с квазидвухступенчатым сжатием хладагента, переохладителем (ПО) и промежуточным теплообменником (ПТО), подключенной по бивалентной схеме теплоснабжения с догревателем (котельная на газообразном топливе) для покрытия пиковой нагрузки, что позволяет значительно повысить уровень эффективности утилизации теплоты сбросных вод за счет повышения доли вовлеченных в полезный оборот единиц теплоты низкого потенциала в пересчете на каждую единицу получаемой потребителем теплоты. Технические решения, полученные автором в процессе работы, закреплены в двух патентах Украины на полезные модели №75611 «Система теплоснабжения» F24D 15/04, F24D 17/02 и № 88671 «Парокомпрессионная теплонасосная установка» F24D

15/04, а также подтверждены соответствующими актами о внедрении результатов исследований.

Основные научные результаты по теме диссертации опубликованы в специализированных научных изданиях, рекомендованных МОН (8 публикаций), 1 публикация в рецензируемом периодическом научном издании, рекомендованных ВАК РФ, а также индексируемом в базах данных РИНЦ (Россия), Academic Search Research & Development компании EBSCO Publishing (США), Periodicals Directory (США).

Основные результаты диссертации прошли апробацию на 9 международных и республиканских научно-практических конференциях.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Считаем целесообразным продолжить работу по разработке программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс проектирования ТНУ на сбросных водах, в частности выбора типа хладагента и узлов теплового насоса. Кроме того, результаты работы могут быть использованы при разработке методологии поэтапной экологизации предприятий угольной промышленности путем внедрения энергоресурсосберегающих технологий и оборудования, в том числе с утилизацией низкопотенциальной дешевой теплоты вод шахтного водоотлива, позволяющих одновременно повышать экологичность и эффективность использования энергии на предприятиях угольной отрасли. Интересным с практической точки зрения будет рассмотрение возможности кондиционирования зданий горнодобывающих предприятий с использованием данных ТНУ для охлаждения воздуха в летний период.

### **Общие замечания**

К работе имеются следующие замечания:

1. Как недостаток отмечаем, что в работе не нашли отражения как вопрос водоподготовки загрязненных шахтных вод перед их подачей к теплообменному оборудованию для рекуперации содержащегося в них тепла,

так и вопрос применения существующих незасоряющихся теплообменников, например, таких, как спиральные теплообменники с турбулизаторами потока жидкости.

2. Также недостаточно исследована возможность применения в качестве фреонов в ТНУ современных экологически безопасных смесей хладагентов, таких как R134a, R407C, R410a с высокой энергетической эффективностью циклов.

3. Автором предлагается в качестве наиболее целесообразного и эффективного хладагента использовать R717 (аммиак  $\text{NH}_3$ ), однако не рассматриваются вопросы, связанные с повышением техники безопасности при эксплуатации установок с использованием этого высокотоксичного вещества.

4. Недостаточно освещен вопрос варианта врезки в существующую систему водоотлива на горнодобывающих предприятиях.

5. Техничко-экономические показатели проекта внедрения ТНУ общей тепловой мощностью 3,4 МВт в ходе реконструкции котельной в г.Дзержинске (таблица 4.2) получены из расчета количества подаваемых шахтных вод в объеме 4000 м<sup>3</sup> в сутки. Но далее на стр.126 указывается, что расход шахтных вод, подаваемых на ТНУ, составляет 120 м<sup>3</sup>/час, что противоречит данным таблицы 4.2 (167 м<sup>3</sup>/час). Кроме того, в Приложении Ж (стр.208) в описании результатов внедрения того же проекта указана общая тепловая мощность ТНУ 3,0 МВт. Эти несоответствия требуют дополнительных пояснений.

6. При исследовании работы теплового насоса не рассматривалась возможность регулирования его теплопроизводительности, особенно при повышении температуры теплоносителя.

### **Заключение**

Диссертация представляет собой завершенную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют немаловажное значение для науки и практики, в частности, облегчают параметрический и структурный анализ теплонасосных установок, утилизирующих теплоту сбросных вод, как на

стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации. Выводы и рекомендации в достаточной степени обоснованы.

По содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, а именно в части «Совершенствование, оптимизация и повышение надежности систем теплогазоснабжения, отопления, вентиляции и кондиционирования, методов их расчета и проектирования. Использование нетрадиционных источников энергии».

Диссертационная работа отвечает требованиям п.2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.03 - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет» « 18 » 04 2016 г., протокол № 10.

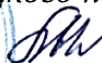
Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой  
промышленной теплоэнергетики  
ГОУ ВПО «ДонНТУ»



С.М. Сафьянц

Подпись д.т.н., проф. Сафьянца С.М. подтверждаю.

Ученый секретарь Ученого совета Донецкого национального технического университета



С.И. Аввакумов

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет». 83000, г.Донецк, ул. Артема, 58, телефон +38 (062) 301-07-09, e-mail: info@dgtu.donetsk.ua