МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ РАН ПО ТЕПЛОМАССООБМЕНУ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
ИНСТИТУТ ТЕПЛОФИЗИКИ СО РАН ИМ. С.С. КУТАТЕЛАДЗЕ
ИНСТИТУТ ТЕПЛОВОЙ И АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НИУ «МЭИ»

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛОФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

9 - 11 октября 2017 г.

ТОМ 1

Москва
Издательский дом МЭИ
2017

К 536.2+621
ББК 31.3
М 341

М 341 **Материалы** Международной конференции «Современные проблемы теплофизики и энергетики» (Москва, 9—11 октября 2017 г.) : в 2 т. Т. 1. — М.: Издательский дом МЭИ, 2017. — 417 с.

ISBN 978-5-383-01231-4
ISBN 978-5-383-01232-1 (Том 1)

Представлены аннотации докладов по вопросам кипения, испарения и конденсации двухфазных жидкостей; гидродинамики и теплообмена; методам и средствам измерений; массообмену химически реагирующих сред; интенсификации теплообмена; системам теплоснабжения и пр.

Тезисы печатаются в авторской редакции методом прямого репродуцирования с авторских оригиналов.

Научное издание

Материалы
Международной конференции
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ТЕПЛОФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Том 1

Корректор *Г.Ф. Раджабова*
Верстка *М.Н. Маркиной*

Подписано к печати 20.09.2017 Формат 60×84/16 Усл. печ. л. 24,2

АО «Издательский дом МЭИ», 111024, Москва, ул. 2-я Кабельная, д. 2
Отпечатано в АО «Т8 Издательские Технологии», Москва, Волгоградский пр-т, д. 42, корп. 5

ISBN 978-5-383-01231-4
ISBN 978-5-383-01232-1 (Том 1)

© Авторы, 2017
© АО «Издательский дом МЭИ», 2017

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ И НАУЧНЫЙ КОМИТЕТЫ КОНФЕРЕНЦИИ ВЫРАЖАЮТ БЛАГОДАРНОСТЬ

РОССИЙСКОМУ ФОНДУ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ООО «КОМСОЛ»

ООО «ИНТЕРЭНЕРГО»

GAZECOS

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели научного комитета:

Леонтьев А.И., академик

Клименко А.В., академик

Члены научного комитета:

Алифанов О.М., член-корр. РАН
Андрюшин А.В., профессор
Батенин В.М., член-корр. РАН
Волков Э.П., академик
Габараев Б.А., профессор
Гаряев А.Б., профессор
Гортышев Ю.Ф., профессор
Деревич И.В., профессор
Драгунов Ю.Г. ,член-корр. РАН
Дмитриев А.С., профессор
Зейгарник Ю.А., профессор
Исаев С.А., профессор
Ильгисонис В. И. профессор
Карташов Э.М., профессор
Клименко В.В., член-корр. РАН
Комов А.Т., профессор
Коротеев А.А., академик
Крюков А.П., профессор
Маркович Д.М., член-корр. РАН
Мильман О.О., профессор
Мирнов С.В., профессор
Митрофанова О.В., профессор
Мякочин А.С., профессор
Накоряков В.Е., академик
Ольховский Г.Г., чл.-корр. РАН
Павленко А.Н., член-корр. РАН
Павлюкевич Н.В., член-корр. НАН Беларуси
Пиралишвили Ш.А., профессор
Покусаев Б.Г., чл.-корр. РАН
Попель О.С., профессор
Попов И.А., профессор
Пузач С.В., профессор
Романников А.Н.. профессор
Сапожников С.З., профессор
Свиридов В.Г., профессор
Синкевич О.А., профессор
Смирнов Е.М., профессор
Сон Э.Е., академик
Сухих А.А., профессор
Сычев В.В., профессор
Терехов В.И., профессор
Федорович Е.Д., профессор
Фрик П.Г., профессор
Халатов А.А., академик НАН Украины
Хвесюк В.И., профессор
Шабаров А.Б., профессор
Шарков А.В., профессор
Ягов В.В., профессор
Яньков Г.Г., профессор
P.X. Jiang, профессор, Китай
S. He, профессор, Великобритания
S. Garimella, профессор, США
J. Hyvärinen, профессор, Финляндия
S. Gurke США
H.-J. Kretzschmar профессор, Германия
John R. Thome, профессор, Швейцария

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели:

Алексеенко С.В., академик
Рогалев Н.Д., профессор

Члены организационного комитета:

Буров В.Д., профессор
Герасимов Д.Н., профессор
Дедов А.В., член-корр. РАН
Дудолин А.А., доцент
Кузма-Кичта Ю.А., профессор
Куйбин П.А., профессор
Орлов К.А., доцент
Очков В.Ф., профессор

Ученый секретарь Сморчкова Ю.В

Референт Стенина Н.А.

Y.V. Yavorovsky[1], D.O. Romanov[1], V.V. Sennikov[2], I.A. Sultanguzin[1], A.S.Malenkov[1], E.V. Zhigulina[1]

[1]National Research University «MPEI», Moscow, Russia
[2]Ivanovo Power Engineering Institute, Russia
YavorovskyYV@mpei.ru; RomanovDmO@mpei.ru

APPLICATION OF THERMOHYDRAULIC DISPATCHER IN LOW TEMPERATURE DISTRICT HEATING SYSTEMS FOR DECREASING HEAT CARRIER TRANSPORTATION ENERGY COST AND INCREASING RELIABILITY OF HEAT SUPPLY

At the present time low temperature district heating systems have promising perspective in terms of further development of heat supply systems. It is commonly known that reducing temperature of heat carrier in heat supply system leads to more effective utilization of steam extraction on CHP plant and generating more electricity by means of cogeneration mode. Moreover, decreasing temperature of heat carrier leads to increasing reliability of heat supply network.

Similar advantages are appropriate to low pressure district heating systems which have low breakdown rate and allow decreasing heat carrier transportation energy cost by means of avoiding throttling of available head. In this context low pressure and temperature district heating systems are of great interest with regard to system effect of above mentioned advantages. One of the basic elements of such systems is thermohydraulic dispatcher (THD) which separates primary circuit and secondary circuit (or circuits) that allows avoiding mutual hydraulic influence of circuits on each other and reducing heads of network pumps.

Analysis of perspective ways of using THD in low temperature district heating systems is made in this paper. Principal scheme and mathematical model of low pressure and temperature district heating system based on CHP generation with THD mounted at the CHP plant, at the heating substation, and at consumers' site are proposed by the authors of the paper. The main advantages and disadvantages of such systems are pointed out and efficiency estimating calculations of THD application are made.

М.О. Моргунова, Д.А. Соловьев

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия
maymorgunova@mail.ru; solovev@guies.ru

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В РАМКАХ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ СМП И ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ АЗРФ

В работе рассматриваются проблемы и особенности энергообеспечения удаленных потребителей в рамках развития инфраструктуры Севморпути

(СМП) и особо охраняемых природных территорий арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). В ходе выполнения работы выполнен комплексный анализ актуальных статистических данных по состоянию возобновляемой энергетики в арктическом регионе РФ. На его основе дана оценка возможностей ввода и экономичного и безопасного функционирования энергоустановок, работающих на базе ВИЭ. Наряду с этим проведено всестороннее исследование рисков развития возобновляемой энергетики в арктическом регионе по трем направлениям: экологическому, экономическому, социальному: 1) приведены результаты оценок ресурсов, а также валового и технического потенциала энергии солнца, ветра и отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности на территории АЗРФ; 2) проанализирована структура и диапазоны потребляемой мощности потенциальных потребителей (включая инфраструктурные объекты СМП и особо охраняемых территорий АЗРФ) от автономных источников энергии в регионе; 3) подготовлена актуальная база данных действующих и проектируемых объектов на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в АЗРФ, позволяющая оценить объем введенных мощностей с детализацией по типу используемых ресурсов и степень замещения топливной энергетики на возобновляемую. Дополнительно изучены современные примеры опыта строительства и эксплуатации объектов ВИЭ, существующих в арктической зоне РФ, позволяющие сделать выводы о востребованности и надежности генерации на базе ВИЭ. В заключение приведен анализ основных проблем, стоящих перед малой и нетрадиционной энергетикой арктической зоны России и даны практические рекомендации по расширению использования энергоустановок на базе ВИЭ в рамках развитая инфраструктуры СМП, ООПТ, а также для прочих удаленных энергопортебителей АЗРФ.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00640/17.

M.O. Morgunova, D.A. Solovyev

Joint Institute for High Temperatures RAS, Moscow, Russia

maymorgunova@mail.ru; solovev@guies.ru

CHALLENGES TO OVERCOME: ENERGY SUPPLY FOR REMOTE CONSUMERS IN THE RUSSIAN ARCTIC

This research is targeting challenges and specifics of energy supply of remote consumers in frames of Russian Arctic infrastructural development, precisely Northern Sea Route (NSR). The study includes complex analysis of latest statistical data on renewable energy in the Russian Arctic. Based on these results, we suggest the ways to implement safe and economically efficient small scale power plants based on renewable energy. The study includes comprehensive risk analysis on renewable energy development in the Arctic region in three dimensions –

ecological, economic and social. This includes: 1) estimations on resources, gross and technical solar and wind energy potential, biomass from forest and woodworking industries; 2) structure and ranges of consumers' power potential from autonomous power supply incl. infrastructural objects of NSR and natural protected areas; 3) data base on renewable power plants in operating and under construction, which allows to estimate existing power capacity with specification on type of resources used and the possible level of substitution to renewable sources. Besides, the study suggests current examples of renewable power plants construction and operation in the Arctic region to conclude on the relevancy and safety of renewable power generation. We complement the study with the analysis of main challenges of small and unconventional power supply in the Russian Arctic, and with suggestions on their expansion to NSR infrastructure development, natural protected areas and other remote energy consumers.

Т.И. Короткова, В.И. Попова

Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский университет), Россия
tatyanamail11@yandex.ru

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ИТЕРАЦИОННЫЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ БОЛЬШИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассматривается обобщенная математическая модель принятия решения в задаче планирования и выбора режима, обеспечивающего требуемые тепловые нагрузки в крупной теплоснабжающей системе. Система многоуровневая, декомпозируемая на уровни магистральных и распределительных тепловых сетей с промежуточными ступенями регулирования. Оценка эффективности, надежности и безопасности такой сложной системы проводится сразу по нескольким показателям, в частности по расходу, давлению, температуре. Эта глобальная многокритериальная оптимизационная задача с ограничениями декомпозируется на ряд локальных оптимизационных задач и задачу координации. Согласованное решение локальных задач обеспечивает решение глобальной многокритериальной задачи принятия решения в сложной системе. Выбор оптимального эксплуатационного режима работы сложной системы теплоснабжения проводится на основе итерационного процесса координации, который сходится к согласованному решению локальных оптимизационных задач. Интерактивный принцип принятия решения многокритериальной задачи предусматривает, в частности, при необходимости периодическую наладочную подстройку, гарантирующую оптимальную безопасность, надежность и эффективность работы всей сис-