

**Теоретический и прикладной
научно-технический журнал**



ISSN 1694-5557

ИЗВЕСТИЯ

**Кыргызского государственного технического
университета им. И. Раззакова
№ 4 (48)**



БИШКЕК 2018

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE KYRGYZ REPUBLIC

KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY named after I.RAZZAKOV

JOURNAL

of KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY
named after I.RAZZAKOV

THEORETICAL AND APPLIED SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL

2018

№ 4 (48)

Bishkek

Publishing center "Tehnik" 2018

2.	<i>Касымова Г.Т., Богатова Н.А., Стамбекова Г.А.</i> Применение инновационных теплоизоляционных материалов «изоллат» при тепловлажностных воздействиях климата на предприятиях топливно-энергетического комплекса Кыргызской Республики.....	103
3.	<i>Насирдинова С.М., Саньков В.И., Стамбекова Г.А.</i> Определение фактических тепловых потерь в водяных тепловых сетях.....	110
4.	<i>Насирдинова С.М.</i> Комбинированные системы теплоснабжения на основе возобновляемых источников энергии.....	117
5.	<i>Кадыркулов С.С., Рахматулов А.З., Жусубалиева Б.К.</i> Методический подход к разукрупнению сельских воздушных электролиний 6-10 кв.....	123
6.	<i>Касымова Г.Т.</i> Политика энергосбережения в теплоэнергетической отрасли Кыргызской Республики.....	128
7.	<i>Стамбекова Г.А., Саньков В.И., Насирдинова С.М.</i> Определение степени черноты горизонтальных трубок при естественной конвекции.....	132
8.	<i>Жумалиев К.М., Асанов А.А., Жаманкызов Н.К., Алымкулов С.А.</i> Об основных научных направлениях развития угольной энергетики в Кыргызстане.....	138
9.	<i>Суеркулов М.А., Бийгазиева К.Ж.</i> Айыл чарба керектөөчүлөрүн электр менен жабдуу системаларын статикалык туруктуулугун камсыздоо.....	141
10.	<i>Айткулов М.А., Джунуев Т.Т., Динара Т., Рахимжанов Р.С.</i> Задачи и методы расчетов характеристик синхронной машины при несинхронной работе.....	145
11.	<i>Айткулов М.А., Джунуев Т.Т., Динара Т., Плаксин С.А.</i> Характеристика асинхронных режимов синхронных генераторов.....	150
12.	<i>Айткулов М.А., Джунуев Т.Т., Сагынбаев М.Д., Мертин В.В.</i> Расчет и анализ начальных условий при переходе генератора в асинхронный режим.....	157
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА. МАТЕМАТИКА И ФИЗИКА		
1.	<i>Ванюков А.Ю.</i> Математическое моделирование передачи и приёма реализаций шума.....	164
2.	<i>Оморова А.И., Усубаматов Р.Н.,</i> Силы, действующие на подвижный ротор	171
3.	<i>Токонов А.Т., Каримов Б.Т., Аспердиева Н.М.</i> Автоматизированный способ записи фурье-голограмм с использованием пространственно-модулированных световых волн.....	176
4.	<i>Джаманбаев М.Дж., Омуралиев С.Б., Душенова У.Д., Турсункулова З.С.</i> Определение дальности смещения оползневой массы.....	187
5.	<i>Шаршеева К.Т.</i> Сравнительный анализ различных методов спектрального угла для задач классификации литологических классов в примесях.....	193
ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ		
1.	<i>Бакиров К.Б.</i> Петрофизические свойства горных пород и вариации геомагнитного поля.....	204
2.	<i>Молдобеков К.</i> Вероятностные оценки повторяемости сильных землетрясений центрального Тянь – Шаня.....	208

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

1. *Арзиев М., Молдоша А.Б.*
Использование методов проектирование костюма..... 9

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЯ

1. *Канаев А.Т., Баймырзаев К.М., Акмуллаева А.С., Турганов З.Т., Аскарбекова К.Б.*
Исследовано влияние звуков шумового потока на людей в некоторых районах г. Талдыкоргана (Казахстан)..... 16
2. *Омуров Ж.М., Сатыбалдиева Д.К., Жангазиев Р.Б.*
Айлана-чөйрөгө техносфералык булганыштардын тийгизген таасири 24

ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

1. *Якубов А.О.*
Определение наиболее опасных конструкции пешеходных переходов и причины разрушений при землетрясении 30
2. *Кильчицкий Е.В.*
Состояние и перспективы использования беспилотных транспортных средств 33
3. *Колядина Д.А., Иванова А.А.*
Анализ эксплуатационных расходов автомобилей, работающих по различным схемам использования 41
4. *Калманбетова А.Ш., Толошов Ч.О., Атабеков К.К., Сарымсаков Б.А.*
Исследование дорожных условий северного маршрута Балыкчы – Каракол в Иссык-Кульской области..... 46
5. *Голубева А.А.*
Оценка эффективности работы автозаправочной станции и причины недостаточной пропускной способности..... 53
6. *Гулый В.В.*
Анализ состояния рынка продаж легковых автомобилей и дилерских сетей Российской Федерации..... 59

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, СЕТИ И СИСТЕМЫ

1. *Мананников Н.А., Ерёмин А.С., Тентиева С.М., Алымкулов С.А., Исраилова Н.А.*
Применение программируемых логических интегральных схем в разработке цифровых электронных устройств..... 64
2. *Мананников Н.А., Исраилова Н.А., Жумалиев К.М.*
Проектирование видеоконтроллера на базе ПЛИС..... 74
3. *Каримова Г.Т., Каримов Б.Т.*
Исследование практического применения метода быстрого анализа независимых компонент в классификации мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли..... 83
4. *Тултемирова Г.У.*
Использование технологии дистанционного зондирования в геологических исследованиях и выявлении минеральных ресурсов в Кыргызской Республике... 90

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ

1. *Гонка А.В., Саньков В.И.*
Эффективность использования различных видов топлива при сжигании на ТЭЦ г. Бишкек..... 96

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ

УДК 622.481.24(575.2-25)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА
ПРИ СЖИГАНИИ НА ТЭЦ Г. БИШКЕК**

Гопка Анастасия Викторовна, магистрант, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, с.Новопокровка, ул. Логвиненко, дом-3, кв-3. Тел: 0703-89-71-45, e-mail: anastasiyavak96@gmail.com ORCID ID 0000-0002-0199-7418

Саньков Вячеслав Иванович, к.т.н., проф., кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996) 545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: sancovskava@gmail.com

Аннотация. В данной статье ставится задача определения эффективности и экономичности использования местных видов топлива при сжигании их на ТЭЦ г. Бишкек. Исходя из характеристик используемого топлива произведен расчет теплового баланса одного котельного агрегата БКЗ-160. Определены расход и стоимость используемого топлива за отопительный период.

Ключевые слова: Котёл, топливо, расход, температура, давление, энтальпия, потеря теплоты, коэффициент полезного действия, нагрузка.

**EFFICIENCY OF USING VARIOUS TYPES OF FUEL WHEN BURNING AT A
THERMAL POWER STATION IN BISHKEK**

Gopka Anastasiya Viktorovna, graduate student, KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, Novopokrovka, st. Logvinenko, h-3, apt-3. Phone: 0703-89-71-45, e-mail: anastasiyavak96@gmail.com ORCID ID 0000-0002-0199-7418

Sankov Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: sancovskava@gmail.com

Abstract. This article aims to determine the efficiency and cost-effectiveness of using local types of fuel when burning them at a thermal power station in Bishkek. Based on the characteristics of the fuel used, the heat balance was calculated for one boiler unit. The consumption and cost of fuel used for the heating period are determined.

Keywords: Boiler, fuel, consumption, temperature, pressure, enthalpy, heat loss, efficiency, load.

В современном мире достаточно трудно представить себе жизнь без электрической и тепловой энергии. Человек зависим от энергии: бытовая техника, мобильные телефоны, освещение, отопление. Ежегодно потребность в электрической и тепловой энергии растет, в связи с этим необходимо увеличивать её производство. Поэтому очень важно бесперебойное поступление как электричества так и тепла потребителям.

Строительство ТЭЦ г. Бишкек начиналось с обеспечения станции котлами БКЗ-160, изготовленные Барнаульским котельным заводом, вертикально водотрубные с естественной циркуляцией, предназначенные для сжигания Карагандинского и Ташкумырского каменных углей, а так же природного газа и мазута [4].

ные требования в части эффективности и надежности их работы. В связи с этим развитие источников теплоснабжения предусматривает обеспечение эффективного использования топливно-энергетических ресурсов на работающих агрегатах и надежность выработки тепловой энергии [5, стр. 5]

Из сравнительных расчетов следует, что:

1. При работе котла на Ташкумырском угле его КПД больше, чем на угле Кара-Кече.
2. Расход топлива за отопительный период у Ташкумырского угля меньше, чем у Кара-Кечского. Это объясняется тем, что у первого низшая теплота сгорания сравнительно выше, для получения тепла понадобится затратить меньше топлива.
3. При выработке одного и того же количества тепла затраты на топливо будут выше при использовании Ташкумырского угля.

Список литературы

1. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы. (Учебное пособие). Бишкек 2005.-292с.:ил.
2. Инструкция по обслуживанию котельного оборудования на ТЭЦ г. Бишкек.
3. Липов Ю.М. и др. Л 61. Компоновка и тепловой расчет парового котла: Учеб. пособие для вузов/ Ю.М. Липов, Ю.Ф. Самойлов, Т.В. Виленский.-М.: Энергоатомиздат, 1980.-208с.:ил.
4. Определена компания для поставки импортного угля для ТЭЦ г. Бишкек. - Режим доступа: <http://kabar.kg/news/opredelena-kompaniia-dlia-postavki-importnogo-uglia-dlia-tetc-g-bisheka> (дата обращения 10.12.2018), свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
5. Пак Г.В. Котельные установки промышленных предприятий. Тепловой расчет промышленных котельных агрегатов. Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – Братск: БРТУ, 2002. – 135с.
6. Резников М.И. Паровые котлы тепловых электростанций/ М.И. Резников, Ю.М. Резников. М.: Энергоиздат, 1981.
7. Ривкин С.Л., Александров А.А. Р 49. Теплофизические свойства воды и насыщенного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424с., ил.
8. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е, переработанное и дополненное. Издательство НПО ЦКТИ, СПб, 1998. 256 с. с ил.

ISSN: 536. 213. 3:54. 0.27:658. 26 (575.2)

ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ИЗОЛЛАТ» ПРИ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ КЛИМАТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Касимова Гульсара Токтокуновна, заведующая Лабораторией «Энергосбережение, эффективность и экология» Научно-исследовательского института энергетики и экономики при Государственном комитете промышленности, энергетики и использования Кыргызской Республики, (+996)312 510348, Кыргызстан, 720044 г. Бишкек, ул. Ахунбаева 119,

gulsara.kasimova@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0934-5924

Касимова Наталья Алексеевна, ведущий инженер Лаборатории «Энергосбережение, эффективность и экология» Научно-исследовательского института энергетики и экономики при Государственном комитете промышленности, энергетики и использования Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, ул. Ахунбаева 119, e-mail: natalia7@gmail.com.

*Стамбекова Гүлзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», (+996)545183, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66
e-mail: stambekova80@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2757-5632*

APPLICATION OF INNOVATIVE HEAT-INSULATING MATERIALS "IZALLAT" IN THE ENTERPRISES OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX OF THE KYRGYZ REPUBLIC

*Kasymova Gulsara Toktokunovna, Head of the Energy Saving, Energy Efficiency and Ecology Laboratory of the Research Institute of Energy and Economics under the State Committee of Industry, Energy and Subsoil Use Kyrgyz Republic, (+996)312 510348, Kyrgyzstan, Bishkek, Ahunbaeva 119
e-mail: gulsara.kasimova@gmail.com, orcid.org/0000-0002-0934-5924*

Bogatova Natalya Alekseevna, Leading Engineer of the Energy Saving, Energy Efficiency and Ecology Laboratory of the Research Institute of Energy and Economics under the State Committee of Industry, Energy and Subsoil Use, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, ul. Akhunbaeva 119.

*Stambekova Gulzada Anarkulovna, teacher of the department "Thermal Engineering", (+996)545183, KSTU. I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66,
e-mail: stambekova80@mail.ru, orcid.org/0000-0003-2757-5632*

Вопросы применения инновационных теплоизоляционных материалов на предприятиях топливно-энергетического комплекса, зданиях и сооружениях жилищно-коммунального и промышленного сектора и других отраслях экономики соответствуют приоритетному направлению государственной политики в области энергосбережения и энергоэффективности, проводимой в последние годы Правительством Кыргызской Республики. Анализ применения традиционного изоляционного материала из базальтового волокна показал ряд недостатков, особенно при тепловлажностных воздействиях окружающей среды, при контакте с которыми снижаются теплоизоляционные характеристики утеплителя, а также наблюдается промерзание наружных ограждающих конструкций и образуются «мостики холода». Таким образом, возникла необходимость поиска инновационных теплоизоляционных материалов и проведение научно-исследовательской работы по изучению их теплофизических и экономических характеристик на примере ТЭЦ г. Бишкек с точки зрения политики энергосбережения и энергоэффективности.

Авторами проведена научно-исследовательская работа по изучению вопроса внедрения инновационного теплоизоляционного материала системы «Изолат» на предприятиях ОАО «Электрические станции».

Для этого, подготовлены экспериментальные участки трубо- и паропроводов котельного цеха ТЭЦ г. Бишкека различных диаметров и температуры теплоносителя, изолированные многослойным покрытием с применением краски «Изолат» и иглопробивного материала (стеклохолст).

Проведены замеры на экспериментальных участках при температурно влажностных воздействиях в течение года. Проведен сравнительный анализ технико-экономических показателей выбранного инновационного изоляционного материала «Изолат» по сравнению с традиционным изоляционным базальтовым волокном.

Авторы показали, что изученное в ходе эксперимента комбинированное полимерное покрытие с применением краски «Изолат» и стеклохолста в сравнении с традиционным изоляционным базальтовым волокном показал простоту нанесения изоляционных слоев экспериментального материала, его долговечность, использование его в широком диапазоне температур для различных климатических условий, обладает незначительной толщиной изоляции, сокращение капитальных и эксплуатационных расходов, антивандальность и стойкость базовой антикоррозионной защиты. Материал рекомендован для внедрения на предприятиях топливно-энергетического комплекса.

Ключевые слова: инновационные изоляционные материалы, тепло- и паропроводы, энергетический комплекс, трубопровод, инженерное оборудование, мостики тепловлажностные воздействия, теплопроводность, антикоррозийность, долговечность.

The use of innovative heat-insulating materials at enterprises of the fuel and energy complex, buildings and structures of the housing and utilities and industrial sectors and other sectors of the economy corresponds to the priority direction of the state policy in the field of energy saving and efficiency pursued by the Government of the Kyrgyz Republic in recent years.

Analysis of the use of traditional insulating material made of basalt fiber showed a number of drawbacks, especially during heat and humidity influences, when contacting with which thermal characteristics of insulation are reduced, and freezing of external enclosing structures is observed and "cold bridges" are formed. Thus, it became necessary to search for innovative heat-insulating materials and conduct research to study their thermal and economic characteristics on the example of the Bishkek thermal power station from the point of view of energy saving policies and efficiency.

The authors carried out research work on the study of the introduction of innovative insulation material of the Isollat system in enterprises.

To this end, experimental plots of pipe and steam pipelines of the boiler shop of various diameters and coolant temperature, isolated by a multilayer coating using Isollat paint and needle-punched material (glass canvas), were prepared.

Measurements were carried out on experimental plots at temperature and humidity influences throughout the year. A comparative analysis of the technical and economic indicators of the selected Isollat insulation material compared with traditional insulating basalt fiber has been carried out.

The authors showed that the combined polymer coating using Isollat paint and fiberglass material in the course of the experiment compared to traditional insulating basalt fiber showed the advantage of applying insulating layers of experimental material, its durability, its use in a wide range of temperatures for different climatic conditions, has a slight insulation thickness, reduced capital and operating costs, vandal resistance and durability of basic anti-corrosion protection. The material is recommended for implementation at the enterprises of the fuel and energy complex.

Keywords: innovative insulation materials, heat and steam pipelines, fuel and energy complex, pipeline, engineering equipment, cold bridges, thermal and moisture effects, thermal stability, anti-corrosion, durability.

Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из актуальных задач в развитии экономики. Существенная роль в решении проблемы энергосбережения принадлежит высокоэффективной промышленной тепловой изоляции, обеспечивающей эффективность и удобство ее применения в жилищно-коммунальном хозяйстве, энергетике и в других отраслях экономики. В энергетике объектами тепловой изоляции могут быть паровые котлы и турбины, газовые турбины, теплообменники, тепло- и паропроводы, баки-аккумуляторы горячей воды, дымовые трубы и другое оборудование. Существенную роль в оценке качества применяемого теплоизоляционного материала играют параметры наружного воздуха, периодически изменяющиеся в течении года.

Тепловая изоляция на предприятиях топливно-энергетического комплекса обеспечивает заданные параметры при изменяющихся параметрах окружающей среды, повышает теплозащитные качества конструкций, снижает потери тепловой энергии, создает благоприятные условия труда на производстве, сохраняет сжиженные природные газы в подземных хранилищах и другое.

технических показателей многослойных экспериментальных теплоизоляционных слоев в Отчете, подготовленном авторами и одобренных Ученым Советом Научно-исследовательского института энергетики и экономики при ГКПЭИН КР [11].

К примеру, величина линейных тепловых потерь экспериментальной многослойной системы Изоллат -02 марки 100, выполненной из 1-го слоя - краска «Изоллат» толщиной 0,5 мм, 2-ого слоя - стеклохолст ИПМ-Е-9-1000 толщиной 9 мм, 3-его слоя - сетка (серпянка) с ячейкой 2*2 мм и 4-го слоя - краска «Изоллат-02» толщиной 1 мм, рассчитанная на 2-х экспериментальных участках (вертикальный трубопровод диаметром 133 мм и горизонтальный участок диаметром 76 мм) ниже величины нормативных потерь через изолированные участки теплопроводов в среднем от 31% и 38% при нормальном коэффициенте теплопроводности равном $0,026 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. При этом, сравнительный анализ показал, что эти экспериментальные участки с применением системы Изоллат экономичнее традиционного теплоизоляционного слоя из базальтового волокна на участке трубопровода диаметром 133 мм, а диаметром 76 мм - на 471 сом. Условия окружающей среды при проведении экспериментов в среднем составляли по температуре - около 35°C и влажности - 40%.

Экспериментальная теплоизоляционная многослойная конструкция, выполненная из «Изоллат-02» марки 100 при коэффициенте теплопроводности, равным $0,026 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ и стеклохолста ИПМ-Е-9-1000 при температурах теплоносителя ниже 100°C для диаметров трубопровода 133 мм и 76 мм также оказались экономичнее традиционной изоляции, выполненной из базальтового волокна, покрытой асбестоцементной штукатуркой.

Проведенные исследования и анализ жидко-керамического покрытия системы Изоллат показал достоинства применения ее в широком диапазоне температуры рабочей среды от -60°C до 500°C при сезонных изменениях климата по сравнению с традиционным теплоизоляционным материалом, выполненного из базальтового волокна.

Выводы по научно-исследовательской работы:

Анализ теплоизоляционного многослойного комбинированного полимерного покрытия с применением краски «Изоллат» и стеклохолста в сравнении с традиционным теплоизоляционным базальтовым волокном показал простоту нанесения изоляционных слоев экспериментального материала, его долговечность, использование его в пределах рабочей температуры от -60°C до $+170^\circ\text{C}$ при периодически изменяющихся (зимний и летний сезоны) условиях наружного климата, незначительную толщину рабочего слоя, которая колеблется в пределах от 0,5 - 3 мм, сокращение капитальных и эксплуатационных затрат, антивандальность и стойкость базовой антикоррозионной защиты;

Авторы рекомендовали ОАО «Электрические станции» и другим предприятиям ТЭК применять многослойное комбинированное полимерное покрытие с применением краски «Изоллат» и теплоизоляционных материалов (стеклохолст) в качестве теплоизоляционного, антикоррозионного покрытия на инженерных сетях и магистралях, а также использовать его для решения проблемы промерзающих стен и «мостиков холода» в зданиях и сооружениях.

Список литературы

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности / М: Госкомстат СССР, 10.03.1976 г., №579 – 5с.
2. Свод правил СП 61.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. / М: Минстрой РФ, 2012 г., 47 с.
3. Возможности применения новых теплоизоляционных материалов. г. Бишкек, КР, КГТУ, УДК.: 621.186.4.

4. Технологическая инструкция по нанесению жидко-керамического теплоизоляционного покрытия «Изоллат – 02» в комбинации с иглопробивным стеклохолстом. / г. Екатеринбург, РФ, ООО «Специальные технологии», 02.02.2015г., 5 с.
5. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. СниП 41- 03-2003 (взамен СНиП 41-04-88) / М: Госстрой РФ, 2004 г., 33 с.
6. Методика расчета тепловой и электрической энергии зданий / г.Бишкек, КР: ИС ГИИ при ПКР: 24.09.2002 г., №151-п – 87 с.
7. Методика испытаний и расчета тепловых потерь изолированных участков трубопроводов. / г.Бишкек, КР: Указание ОАО «ЭС» №133 от 01.07.2016 г., 5 с.
8. Сборник указаний по ремонту тепловой изоляции энергооборудования трубопроводов на тепловых станциях И4-014-СУ1984 г./г.Бишкек, КР:
9. Временные ведомственные нормы расхода материалов для приготовления бетонных и растворных смесей, применяемых при ремонте изоляции и обмуровочных работ на оборудовании ТЭЦ г.Бишкек. /г.Бишкек, КР: 25.05.2011 г.
10. Методические указания по составлению энергетической характеристики для расчета транспорта тепловой энергии по показателю "тепловые потери" СО 153-34.20.523(3)-2003 М.:МЭ КР,30.06.2003, №278, 35 с.
11. Мониторинг и проведение натурных измерений на экспериментальных участках теплоизоляционных многослойных комбинированных полимерных покрытий с применением «Изоллата», иглопробивных материалов (стеклохолст) и кремнеземистых материалов используемых на экспериментальных участках теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) «Электрические станции»./ г.Бишкек, КР: Отчет НИИЭЭ, 2017 г. -56 с.

УДК: 621. 3. 017: 622. 481. 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В ВОДЯНЫХ ТЕПЛОВЫХ СЕТЯХ

Насирдинова Сайрагуль Мухамбетовна, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетика КГТУ им. И. Раззакова (+996)545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: sai-ra@mail.ru. orcid.org: 0000-0003-4712-8549

Саньков Вячеслав Иванович, к.т.н., проф. кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996) 545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: sancovskaya@gmail.com

Стамбекова Гүлзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66, e-mail: stambekova80@mail.ru. orcid.org: 0000-0003-2757-5632

Развитие теплофикации и централизованного теплоснабжения в г.Фрунзе, республике Кыргызстан до распада СССР происходило планомерно, и являлось одним из основных способов рационального энергосбережения, а также путей снижения удельных расходов топлива на выработку электроэнергии.

Развитие промышленности и жилых микрорайонов потребовало строительства магистральных и распределительных тепловых сетей в городе для обеспечения их тепловой энергией в виде горячего водоснабжения и производственного пара. Это стало возможным с расширением ТЭЦ города.

Теплопроводы проектировались на максимально возможные расходы горячей воды, которые должны были обеспечить все потребности теплофикации жилого сектора предприятий, с учетом перспективы их развития.

Конструкции магистральных и распределительных теплопроводов и тепловая изоляция удовлетворяла нормам и правилам эксплуатации водяных тепловых сетей, т.к. расходы топлива были максимальными.

Причиной возрастания тепловых потерь в магистральных и распределительных теплопроводах стало ухудшение состояний тепловой изоляции, сокращение теплопотребления производственных предприятий, в связи с их закрытием.

Снижение расходов воды в магистралях и распределительных теплопроводах за счет уменьшения теплопотребления промышленных предприятий естественно вносит существенный вклад в увеличение удельных потерь тепла за счет наружного охлаждения, но в разветвленной сети за параллельных теплопроводов выделить такой вклад и выполнить соответствующие испытания по определению таких потерь тепла для всей тепловой сети практически невозможно.

После изучения схемы теплоснабжения ОАО БТС было вынесено решение о выделении участка магистрального теплопровода ЗПЗ ТЭЦ – НС9 для проведения тепловых испытаний с целью определения реальных потерь тепла за счет наружного охлаждения.

В настоящей статье рассматриваются результаты испытаний определения фактических тепловых потерь горячей воды магистральными теплопроводами.

Ключевые слова: магистральные теплопроводы, режимы работы, тепловые потери, расходы тепла и воды, транспорт тепла, эффективность, экономия тепла.

DETERMINATION OF ACTUAL THERMAL LOSSES IN WATER THERMAL NETWORK

Sairagul Muhambetovna, Ph.D., associate professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: sairagul@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-4712-8549

Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: sancovskaya@gmail.com

Gulzada Anarkulovna, teacher the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: stambekova80@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-2757-5632

The development of district heating and centralized heat supply in the city of Frunze, the capital of Kyrgyzstan before the collapse of the USSR took place systematically, and was one of the main ways of rational energy conservation, as well as ways to reduce specific fuel consumption and electricity generation.

The development of industry and residential neighborhoods required the construction of trunk and distribution heating networks in the city to provide them with thermal energy in the form of hot water supply and industrial steam. This became possible with the expansion of the CHP of the city.

Heat pipelines were designed for the maximum possible costs of hot water, which were to meet all the needs of the heating sector of the residential sector and enterprises, taking into account the prospects for their development. The designs of trunk and distribution heat pipelines and thermal insulation fully met the norms and rules of operation of water heating networks, since coolant costs were at a maximum.

The reason for the increase in heat losses in the main and distribution heat pipelines was the deterioration of thermal insulation, reduction of heat consumption of production enterprises, due to their closure.

Reducing water consumption in highways and distribution heating lines by reducing the heat consumption of industrial enterprises naturally makes a significant contribution to the increase in

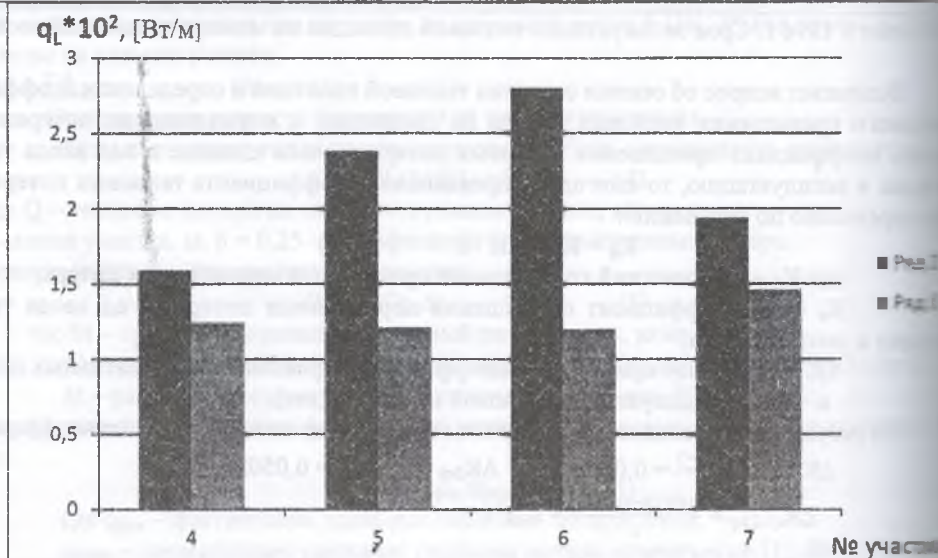


Диаграмма 2. Сравнение фактических и нормативных удельных тепловых потерь отдельных участках тепловой магистрали на участках 4-7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнены исследования по определению фактических тепловых магистральными и распределительными водяными теплопроводами в условиях нестационарной их работы. Расчеты выполнены двумя методами.

При испытании были выявлены следующие особенности на выделенном участке теплопроводов:

1. Вследствие пульсации расхода горячей воды связанных с неравномерностью теплового потребления в системе теплоснабжения вероятнее всего возрастание погрешности расходомеров переменного перепада давления.

2. В процессе испытаний в т. НС-9 расходомеры работали в области заниженных расходов.

3. На теплопроводе наблюдается частичное повреждение и провисание теплоизоляции, что приводит к дополнительным потерям тепловой энергии в окружающую среду.

Рекомендация: 1. Для более точного измерения потребляемого расхода тепловой энергии необходимо в т. НС -9 заменить сужающее устройство, рассчитанное на минимальный расход воды 240 т/ч на сужающее устройство соответствующее минимальным расходам в летний период, так как в процессе испытаний расход воды составлял 40-50 т/ч.

При данных расходах тепло вычислители по расходу воды и тепловой энергии попадают в область ненормируемой погрешности, оценка которых не представляется возможным.

1. Тепловая изоляция на всем участке теплотрассы требует усиления.

2. Результаты рассчитанных фактических потерь тепловой энергии и коэффициенты превышения, могут быть рекомендованы для оценки потерь тепловой энергии для аналогичных способов прокладки трубопроводов и типов тепловой изоляции в тепловых сетях ОАО БТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09 255-97. СПО ОРГРЭС, Москва, 1998г.

2. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых сетях. МУ 34-70-080-84. М., ОРГРЭС.1985г.
3. Правила учета тепловой энергии и теплоносителя. Утверждены постановлением Правительства Кыргызской Республики от 12 января 2012 г. №26.
4. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых сетях МУ 34-70-080-84. М., Изд. Союзтехэнерго ГТУ Минэнерго СССР. 1985г. –
5. Ривкин С.Л., Александров А.А. «Теплофизические свойства воды и водяного пара». М. Энергия – 1980. - 424с.
6. Михеев А.М., Михеева М.М. Основы теплопередачи М. издательство «Энергия» 1978г. 312 стр.
7. Определение потерь магистральными и распределительными паровыми и водными тепловыми сетями «БТС» в условиях нестационарного режима их работы путем экспериментов. Т.2. Водяные тепловые сети. Бишкек 2014, 82с. Отчет НИР.

ISSN 1688-264: 620. 91

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Сайраганова Сайрагуль Мухамбетовна, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И Раззакова (+996)545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: sai-ra@mail.ru, [orcid.org: 0000-0003-4712-8549](http://orcid.org/0000-0003-4712-8549)

В статье представлены результаты исследований системы солнечного теплоснабжения автономным аккумулятором тепла (ССТСАТ) и возможности использования комбинированной системы теплоснабжения автономного объекта, с применением солнечного сезонного аккумулятора тепла и биогазовой установки (БГУ) в условиях Кыргызской Республики.

Освещены основные проблемы:

- энергетике Кыргызстана в целом;
- ограниченности природных ресурсов для целей теплоснабжения;
- энергоэффективности зданий и индивидуальных жилых домов;
- необходимости применения современных теплоизоляционных материалов, с учетом теплофизических свойств этих материалов;
- превышения потребления электроэнергии;
- использования услугами центрального теплоснабжения;
- проблемы при использовании угольных печей и котельных установок.

Обосновывается важность разработки исследований комбинированной системы теплоснабжения, с применением возобновляемых источников энергии и предпринята попытка решения проблемы теплоснабжения для объектов, отдаленных от центрального теплоснабжения.

Показано, что применение комбинированной системы теплоснабжения позволит полностью или частично отказаться от традиционных источников энергии, в целях экономии энергоресурсов и улучшения экологической обстановки.

Ключевые слова: традиционные и нетрадиционные источники энергии, сезонное аккумулирование тепла, бак аккумулятор, солнечный коллектор, отходы животноводства, производство биогаза.

COMBINED HEAT SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

*Nasirdinova Sairagul Muhambetovna, Ph.D., associate professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova
mail: sai-ra@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-4712-8549*

The article presents the results of studies of the solar heat supply system with seasonal accumulator (CCTCAT) and the possibility of using the combined heat supply system of autonomous facility, using a solar seasonal heat accumulator and a biogas plant (BSU) in the Kyrgyz Republic.

The main problems are covered:

- energy in Kyrgyzstan as a whole;
- limited natural resources for heat supply;
- energy efficiency of buildings and individual houses;
- the need to use modern thermal insulation materials, taking into account the thermophysical

properties of these materials:

- excess of electricity consumption;
- use of central heating services;
- problems with the use of coal furnaces and boiler plants.

The importance of developing studies of a combined heat supply system using renewable energy sources is substantiated and an attempt is made to solve the problem of heat supply for objects remote from the central heat supply.

It is shown that the use of a combined heat supply system will allow to completely or partially abandon traditional energy sources, in order to save available energy resources and improve ecological situation.

Key words: traditional and non-traditional sources of energy, seasonal heat accumulator, tank battery, solar collector, animal waste, biogas, biogas production.

Введение

С каждым годом в мире все шире развивается нетрадиционная энергетика на возобновляемых источниках энергии. Эти источники вполне могут обеспечить человечество экологически приемлемой энергией в количестве, намного превышающем потребности. Тем не менее, все острее встает проблема ограниченности природных ресурсов для целей теплоснабжения зданий. По разным подсчетам запасов природных ископаемых хватит на 50-100 лет.

Целью данной работы является разработка схемы комбинированных систем теплоснабжения, включающих в себя два вида возобновляемых источников энергии:

- Системы солнечного теплоснабжения, с применением сезонного аккумулятора тепла;
- Биогазовой установки.

Под сезонным баком-аккумулятором понимается такой аккумулятор, который в течение неотапливаемого периода (с 1 апреля по 31 октября) аккумулирует солнечную энергию и затем в отопительный период (с 1 ноября по 31 марта) это тепло используется для теплоснабжения здания [4].

Актуальность данного направления для Кыргызстана очевидна.

Она связана с рядом объективных обстоятельств: кризисным состоянием экономики нашей страны, структурой цен на энергетические ресурсы и искаженной тарифной политикой. С другой стороны отсутствие собственных ресурсов нефти, газа, незначительной добычи

Известия КГТУ им. И.Раззакова 48/2018

5. Закон Кыргызской Республики «Об энергетической эффективности зданий». [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 26.07. 2011 г., №137 - 7 с.
6. Методика расчета тепловой и электрической энергии зданий [Текст] / г. Бишкек, КГАЭ при ПКР: 24.09.2002 г., №151-п – 87 с.
7. Долгосрочная стратегия развития теплоснабжения в Кыргызской Республике [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 27.04. 2004 г., №300 – 7 с.
8. Программа Правительства КР по энергосбережению и планированию энергоэффективности на 2016-2017 гг. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 25.08. 2015 г., №601 - 16 с.
9. «О вопросах подведомственных организаций Государственного комитета промышленности, энергетики и недропользования Кыргызской Республики» [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 16.12. 2015 г., №687 - 22 с.
10. «О внесении изменений и дополнений в некоторые решения Правительства Кыргызской Республики» [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 29.04. 2016 г., №225 - 2 с.
11. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 04.04.2016 г., №140-р - 14 с.
12. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики. О внесении изменений в распоряжение Правительства КР от 04.04.2016 г. №140-р [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 09.02.2017 г., № 35-р - 4 с.
13. Распоряжение Правительства Кыргызской Республики. [Текст] / г. Бишкек, Кыргызская Республика: Дом Правительства, 20.06. 2017 г., №208-р - 18 с.

УДК: 628.312.3:621.3.036.272

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЧЕРНОТЫ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБОК ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОНВЕКЦИИ

Саньков Вячеслав Иванович, к.т.н., проф. кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996) 545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail: sancovskaya@gmail.com

Насирдинова Сайрагуль Мухамбетовна, к.т.н., доцент кафедры Теплоэнергетика, КГТУ им. И. Раззакова (+996)545183, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66. e-mail: sai-ra@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-4712-8549

Стамбекова Гүлзада Анаркуловна, преподаватель кафедры «Теплоэнергетика», (+996)545183, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч. Айтматова 66. e-mail: stambekova80@mail.ru, orcid. org: 0000-0003-2757-5632

Рассмотрены протекающие процессы теплообмена в ряде промышленных объектов. Выполнен анализ процессов теплообмена, выявлены факторы присущие данным процессам. Зависимость коэффициента конвективной теплоотдачи от скорости потока и характера движения, от формы и размера обтекаемого тела, от свойств и состояния среды, приведены законы описывающие процессы теплопроводности и конвективного теплообмена. Рассмотрены режимы течения при свободной и вынужденной конвекции.

Экспериментально исследованы зависимости степени черноты ε горизонтальных трубок от температуры стенки.

Актуальность данной работы следует из анализа в справочных данных по степени черноты для различных материалов. Как правило в справочниках представлены значения степени черноты лишь для отдельных или в каком-либо интервале температур.

Поэтому была поставлена задача выявить зависимость степени черноты от температуры стенки для металлических трубок (серая и черная).

Данная задача является актуальной еще и потому, что в настоящее время применяются лакокрасочные и теплоизоляционные материалы степени черноты и их зависимость не

Ключевые слова: воздух, температура воздуха, естественная конвекция, степень черноты, коэффициент теплоотдачи, критерий Грасгофа и Нуссельта, конвективный теплообмен, закон Ньютона-Рихмана.

DETERMINATION OF THE DEGREE OF BLACKNESS OF HORIZONTAL TUBES AT NATURAL CONVECTION

Ivanov Vyacheslav Ivanovich, Ph.D., professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: ivancovskaya@gmail.com

Stambekova Sairagul Muhambetovna, Ph.D., associate professor, the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: stambekova@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-4712-8549

Stambekova Gulzada Anarkulovna, teacher the department of "Thermal Engineering", KSTU them I. Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, st. Ch. Aitmatova 66, e-mail: stambekova80@mail.ru, orcid.org: 0000-0003-2757-5632

The ongoing heat exchange processes in a number of industrial objects are considered, analysis of heat exchange processes is carried out, factors inherent in this process and the dependence of the convective heat transfer coefficient on the flow rate and the nature of movement, on the shape and size of the streamlined body, on the properties and state of the environment are described, the laws describing the processes of heat conduction and convective heat transfer, flow regimes under natural and forced convection are considered.

The dependences of the degree of blackness of horizontal tubes on the wall temperature were experimentally investigated.

The relevance of this work follows from the analysis in the reference data on the degree of blackness for various materials. As rules in reference books, the values of the degree of blackness are presented only for individual or in any temperature range.

Therefore, the task was to identify the dependence of the degree of blackness on the temperature of the wall for metal tubes (gray and black).

This task is also relevant because at the present time new paintwork and heat-insulating materials of the degree of blackness are used and their dependence has not been studied.

Keywords: air, air temperature, natural convection, blackness, heat transfer coefficient, Grashof and Nusselt criterion, convective heat transfer, Newton-Richman law.

Введение

Конвекция – это перенос тепла при перемещении микрочастиц подвижной среды (газа или жидкости) в пространстве из области с одной температурой в область другой температуры [2].

В зависимости от причины возникновения движения подвижной среды различают: вынужденную и естественную конвекцию [2].

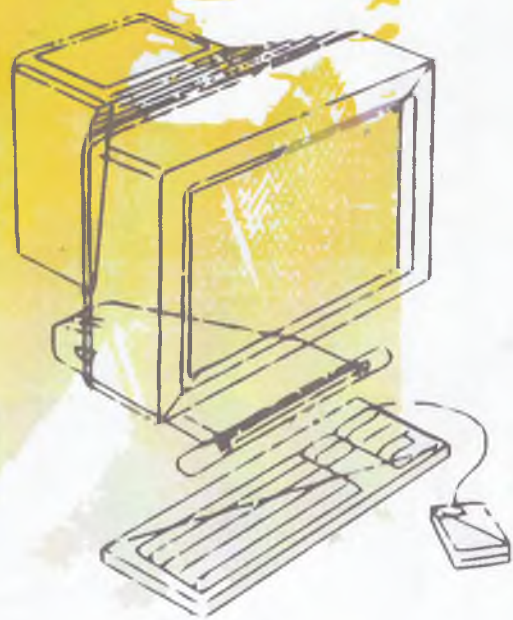
При естественной конвекции движение жидкости или газа происходит вследствие действия подъемной силы, возникающей в самой среде, из-за разности плотностей нагретых и холодных частиц подвижной среды [1].

НАУКА

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

И ИННОВАЦИИ

КЫРГЫЗСТАНА



**ЖУРНАЛ «НАУКА И ТЕХНИКА» ОСНОВАН В 1993 ГОДУ,
ПЕРЕИМЕНОВАН В «НАУКА И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» В 1996 ГОДУ,
ПЕРЕИМЕНОВАН В «НАУКА, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ
КЫРГЫЗСТАНА» В 2015 ГОДУ, ВЫХОДИТ ЕЖЕМЕСЯЧНО**

Республиканский научно-теоретический журнал

**Н А У К А,
Н О В Ы Е Т Е Х Н О Л О Г И И
И И Н Н О В А Ц И И
К Ы Р Г Ы З С Т А Н А**

№ 10, 2017

Стамбекова Г.А.

ТАБИГЫЙ ЖАНА АРГАСЫЗДЫКТАН ЖЫЛУУЛУК АЛМАШУУ
ПРОЦЕССТЕРИНЕ АНАЛИЗ ЖУРГУЗУУ

Стамбекова Г.А.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ЕСТЕСТВЕННОЙ И
ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ

G.A. Stambekova

ANALYSIS OF HEAT TRANSFER PROCESSES IN NATURAL
AND FORCED CONVECTION

УДК: 66.045.1:621.3.036.27

Бул иште бир катар өнөр жай объектилеринде болуучу жылуулук алмашуу процесстери каралды, жылуулук алмашуу процесстерине талдоо жүргүзүү аткарылды, бул процесстерге тийиштүү болгон факторлор жана конвективдүү жылуулук берүү коэффициентинын агымдын ылдамдыгынан, кыймылдын мүнөзүнөн, өтүп жаткан телонун формасынан жана ченеминен, чөйрөнүн касиетинен жана абалынан болгон көз карандылыгы ачылып берилди. Жылуулук өткөрүмдүүлүктү жана конвективдүү жылуулук алмашууну баяндап берүүчү мыйзамдар келтирилди, эркин жана аргасыз конвекция учурундагы агуу режимдери каралды.

Негизги сөздөр: конвективдүү жылуулук алмашуу, конвективдүү жылуулук берүү, жылуулук алмашуунун үстүңкү бети, нур жылуулук алмашуусу, эркин конвекция, аргасыз конвекция, Фурьенин мыйзамы, Ньютон-Рихмандын мыйзамы, жылуулук агымы, агуу режимдери: ламинардык, өткөөлчүлүк жана турбуленттүү.

В работе были рассмотрены протекающие процессы теплообмена в ряде промышленных объектов, выполнен анализ процессов теплообмена, выявлены факторы присутствующие данным процессом и зависимость коэффициента конвективной теплоотдачи от скорости потока и характера движения, от формы и размера обтекаемого тела, от свойств и состояния среды, приведены законы описывающие процессы теплопроводности и конвективного теплообмена, рассмотрены режимы течения при свободной и вынужденной конвекции.

Ключевые слова: конвективный теплообмен, конвективная теплоотдача, поверхность теплообмена, лучистый теплообмен, свободная конвекция, вынужденная конвекция, закон Фурье, закон Ньютона-Рихмана, тепловой поток, режимы течения: ламинарный, переходный и турбулентный.

In the paper, the processes of heat exchange in a number of industrial objects are considered, heat transfer processes are analyzed, the factors inherent in this process and the dependence of the coefficient of convective heat transfer on the flow velocity and motion character, on the shape and size of the streamlined body, on the properties and the state of the medium are given, laws describing the processes thermal conductivity, and convective heat transfer, flow regimes for free and forced convection are considered.

Key words: convective heat transfer, convective heat transfer, heat exchange surface, radiant heat exchange, free convection, forced convection, fourier law, Newton-Rikhman law, heat flow, laminar, transient and turbulent flow regimes.

В природе и в промышленных установках протекают процессы обмена различных объектов энергией и массой (иногда применяют вместо термина обмен-перенос). Самым распространенным явлением тепло-и массопереноса в природе является испарение воды в океанах, протекающее за счет солнечной энергии: химическое вещество H_2O покидает жидкую фазу (воду океана) и поступает в газообразную (воздух).

Процесс сушки сырых материалов является типичным примером тепло- и массообмена в промышленных процессах. Удаление влаги осуществляют в сушильных установках в результате теплообмена материала с горячим воздухом или горячей газо-воздушной смесью и при этом тепло- и массообмен протекают совместно. Тепло- и массообмен может происходить не только в физических процессах, но часто сопровождается и химическими реакциями.

Процесс горения и газификации твердого топлива в промышленных топках и газогенераторах является примером тепло-и массообмена в таких устройствах.

Процессы тепло- и массообмена сложны по своей природе, они связаны с движением вещества – конвективной (молярной) и молекулярной диффузией и определяются законами аэродинамики и газодинамики, термодинамики, передачи энергии в форме тепла, передачи лучистой энергии и превращением ее в теплоту и наоборот.

Достаточно вспомнить, что на выплавку в доменной печи 1 т чугуна из железных руд расходуется 600-750 кг каменноугольного кокса [4]. Плавка стали в мартеновских печах происходит при очень высокой температуре: жидкая сталь выпускается из печи при 1500°C и выше. Тепло выделяется в печах при интенсивном сжигании, газообразного или жидкого топлива.

В паровых котлах, в промышленных печах, в сушилах и в теплообменных аппаратах осуществляется теплообмен между греющими и нагреваемыми теплоносителями. Так, в паровом котле тепло от горячих дымовых газов, образующихся при сгорании топлива, передается через поверхность стальных труб движущейся внутри них воде.

В мартеновской печи тепло от раскаленного факела передается шихте, лежащей на поду ванны.

Металл быстро нагревается, плавится и состав стали сходится до заданного.

Естественно прийти к выводу, что производительность тепловых агрегатов в первую очередь определяется интенсивностью теплопередачи, а затем размерами агрегатов и другими условиями.

Таким образом, большое количество задач, поставленных практикой в промышленном производстве, относится только к передаче энергии в форме тепла, поскольку процессы могут протекать практически без массообмена.

Среди тепловых процессов, применяемых в производстве, основное место занимает процесс переноса тепла от его источников к обрабатываемому материалу. Такими источниками тепла являются раскаленные или горячие твердые, газообразные или жидкие тела.

Тепло самопроизвольно распространяется от тел с большей температурой к телам с меньшей температурой. При наличии разности температур в одном теле или во многих телах (твердых, жидких и газообразных) возникает процесс теплообмена или теплопередачи, который протекает тем интенсивнее, чем больше разность температур.

Теплообмен является сложным процессом. Однако ради простоты изучения различают три элементарных вида теплообмена: теплопроводность (кондукцию), конвекцию и тепловое излучение.

Теплопроводность определяется тепловым движением микрочастиц тела, т.е. движение микроструктурных частиц вещества (молекул, атомов, ионов, электронов). Обмен энергией между движущимися частицами происходит в результате непосредственных столкновений их; при этом молекулы более нагретой части тела, обладающие большей энергией, сообщают долю ее соседним частицам, энергия которых меньше.

В газах перенос энергии происходит путем диффузии молекул и атомов, в жидкостях и твердых диэлектриках – путем упругих волн. В металлах перенос энергии осуществляется колеблющимися ионами решетки и диффузией свободных электронов («электронным газом»); значение упругих колебаний кристаллической решетки в этом случае не имеет большого значения.

Однако в теории теплопроводности не рассматривается движение микроструктурных частиц, поскольку она базируется на анализе макропроцессов. В 1807 г. основной закон теплопроводности был сформулирован французским ученым Б.Фурье, является феноменологическим описанием процесса и имеет вид [1-4]:

$$q = -\lambda \text{ grad } t \text{ вт/м}^2$$

где q – удельный тепловой поток;

λ – коэффициент теплопроводности вещества, вт/(м · град);

$\text{grad } t$ – градиент температуры, град/м.

В дальнейшем под жидкостью будут подразумеваться не только капельные жидкости, но также и

газы. При этом скорости движения будем выбирать небольшие по сравнению со скоростью звука, что позволяет пренебрегать сжимаемостью газов.

В технике применяют разнообразные жидкосте-теплоносители с разными физическими свойствами: газообразные продукты сгорания, воздух, пар, воду, органические жидкие теплоносители, расплавленные металлы и т. д.

Распространение тепла путем перемещения объемов жидкости или газов называется конвекцией (от слова «convectio», означающего «привоз, принесение»).

Конвекция бывает естественной, если движение вызвано разностью удельных весов жидкости или газа и вынужденной, когда движение создается насосом или вентилятором. Из определения конвекции следует, что количество передаваемого конвекцией в единицу времени тепла прямо связано со скоростью движения среды. Тепло передается главным образом в результате происходящих потоков жидкости или газа (макрообъемов), но отчасти тепло распространяется и в результате обмена энергией между частицами, т.е. теплопроводностью. Таким образом, конвекция всегда сопровождается теплопроводностью (кондукцией), и, следовательно, теплопроводность является неотъемлемой частью конвекции. Совместный процесс конвекции тепла и теплопроводности называют конвективным теплообменом.

Конвективный теплообмен между потоком теплоносителя и поверхностью называют конвективной теплоотдачей или теплоотдачей соприкосновением и описывают формулой Ньютона – Рихмана [1-4]:

$$q_k = \alpha_k \cdot \Delta t \quad \text{вт/м}^2$$

где q_k – удельный поток тепла;

α_k – коэффициент конвективной теплоотдачи, вт/(м² · град);

Δt – средняя разность температур между греющей средой и нагреваемой поверхностью (температурный напор), град.

Величину, обратную коэффициенту теплоотдачи $1/\alpha$, называют термическим сопротивлением. Коэффициент конвективной теплоотдачи зависит от многих факторов и на практике значение его составляет от 2 (от свободно движущегося воздуха к плоскости) до 5000 вт/(м² · град) и более (от вынужденно движущейся воды в трубах к их поверхности). Оно зависит от скорости потока и характера движения, от формы и размера обтекаемого тела, от свойств и состояния среды.

В чистом виде теплопроводность встречается только в твердых телах и очень тонких прослойках жидкости и газов. В замкнутом пространстве, если расстояние не превышает между пластинами 1-2 мм процесс переноса тепла осуществляется теплопроводностью.

В большом объеме жидкости или газа теплопроводность всегда сопровождается конвекцией.

При соприкосновении движущейся жидкости или газа (назовем их теплоносителем) с более горячей стенкой тепло передается от стенки к теплоносителю и распространяется в нем путем конвекции и теплопроводности. Теплообмен между поверхностью и омывающим ее теплоносителем называется конвективным теплообменом. Иногда его называют теплоотдачей соприкосновением или просто теплоотдачей.

Примерами конвективного теплообмена являются:

- а) теплоотдача от горячих газов к стенке и от стенки к воде в паровом котле (рис. 1);
- б) теплоотдача от левой поверхности к воздуху и от воздуха к правой поверхности (рис. 2).

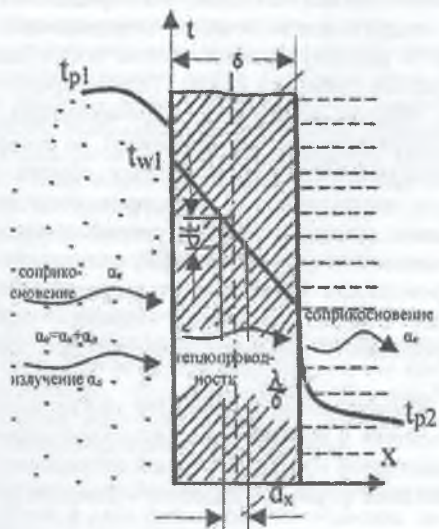


Рис. 1. Способы распространения тепла и виды теплообмена.

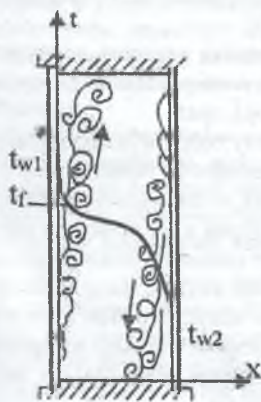


Рис. 2. Конвективный перенос тепла.

Вынужденное движение осуществляется нагнетателями (вентиляторами, компрессорами, насосами и т. д.), естественное вызывается разностью удельных весов жидкости в разных местах ее объема.

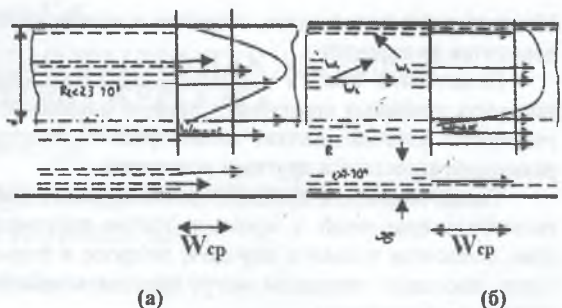


Рис. 3. Распределение скоростей при движении жидкости в трубе:

а - ламинарное движение; б - турбулентное движение

Движение жидкости может быть ламинарным или турбулентным.

При ламинарном или слоистом движении струи жидкости в своем течении повторяют очертание канала или стенки. В силу внутреннего трения (вязкости) скорость жидкости различна по сечению. Но скорость в каждой точке при установившемся движении постоянна, т.е. струи потока располагаются упорядоченно, скользя одна по отношению к другой. При ламинарном движении эпюра скоростей представляет параболу (рис. 3), для которой отношение максимальной скорости w_{max} к средней w_{cp} равно 2. Распространение тепла по нормали к направлению движения происходит благодаря его микрофизической природе (тепловому движению молекул и атомов), т.е. путем теплопроводности.

При турбулентном движении происходит постоянное перемешивание жидкости; струи хаотически возникают и перемешиваются одна с другой, вследствие чего увидеть отдельные струи нельзя. Чем больше турбулентность, тем интенсивнее перемешивается жидкость, однако температура теплоносителя по сечению практически постоянна и поэтому роль свободной конвекции, зависящей от разности температур, заметного влияния на теплоотдачу не оказывает.

У стенки всегда наблюдается вязкий подслои (ламинарный пограничный слой), в котором жидкость движется крайне медленно и как бы прилипает к поверхности. Тепло через этот тонкий слой распространяется только теплопроводностью и в нем наблюдается очень резкое падение температуры – от температуры жидкости до температуры стенки. Пограничный слой ограничивает теплоотдачу от жидкости к стенке, протекающую в условиях турбулентного режима, протекает в общем интенсивно. Скорость жидкости в каждой точке переменна и подвергается частым пульсациям, изменяясь по величине и направлению. В случае турбулентного движения для каждой точки приходится рассматривать усредненные значения скоростей. Вектор действительной скорости w_i некоторой ассоциации молекул можно разложить на две составляющих: осредненную во времени скорость, соответствующую упорядоченному перемещению жидкости в направлении движения \bar{w} ;

пульсационную скорость w' . Пульсационная скорость все время изменяется по величине и направлению, но, если усреднить ее за довольно длительный промежуток времени, то она обращается в нуль. Отмечая пульсационные скорости чертой сверху, получим $w = \bar{w} + w'$; $\bar{w}_1 = 0$; $\bar{w}_2 = \bar{w}_1 + w'_1$.

Профиль скоростей при турбулентном движении (рис. 3-б) имеет более выпрямленный вид, чем при ламинарном движении, т.е. характеризуется крутым градиентом скорости вблизи поверхности трубы.

Отношение w_{max}/w_{cp} для всего сечения (а не для центра) равно 1,2÷1,3. Ламинарное движение переходит при определенных условиях в турбулентное, и наоборот.

При ламинарном движении в трубах перенос тепла в радиальном направлении осуществляется за счет теплопроводности и теплоотдача от жидкости к стенке (или наоборот) и протекает медленно вследствие малой теплопроводности жидкости. В отличие от теплопроводности и конвективного переноса теплоты, теплообмен излучением не требует непосредственного контакта тел.

Науку, изучающую распространение теплоты называют теплопередачей или теорией теплообмена.

Основы учения о теплоте были заложены великим русским ученым М.В.Ломоносовым, который в 1744 г. в работе «Размышление о причине теплоты и холода» установил физическую сущность теплоты и установил процесс распространения тепла как перенос движения от одних частиц тела к другим [4].

В области теплопередачи известны труды русских ученых конца XIX в. - А.Г.Столетова, В.А.Михельсона, Н.А.Умова и Б.Б.Голицина.

Учение о теплообмене очень быстро развивалось в течение последних 40 лет.

В эту науку наряду с зарубежными исследователями большой вклад внесли и ученые Советского Союза. Особенно следует отметить работы акаде-

мика М.В.Кирпичева и его школы в области теории подобия теплофизических процессов и конвективного теплообмена, работы М.А.Михеева, А.А.Гухмана, Г.М.Кондратьева, А.В.Лыкова, С.Н. Щорина и многих других.

Тепловые процессы лежат в основе многих важнейших производств: металла, машин, строительных материалов, химических и пищевых продуктов и др.

Выводы:

Процесс теплообмена зависит от большого количества факторов. В общем случае он является функцией формы и размеров тела, режима движения, скорости и температуры жидкости, физических параметров жидкости и других величин. По-разному протекает процесс теплоотдачи в зависимости от природы возникновения движения жидкости.

Литература:

1. Баскаков А.П., Гуревич М.И. Общая теплотехника. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962. - С. 392.
2. Боришанский В.М., Кутателадзе С.С. Справочник по теплопередаче. М.-Л. ГЭИ, 1959. 414 с
3. Исаченко В.П., В.А. Осипова, Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергоиздат., 1981. - С. 416.
4. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. Теплотехника: Учебник для вузов. - М.: Высш. шк., 2000. - С. 671.
5. Матвеев Г.А. Теплотехника. - М.: Машиностроение, 1986.
6. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. М.: «Энергия», 1977. - С. 344.
7. Нашекин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа, 1980.
8. Осипова В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена. Изд. 2-е, М.: «Энергия», 1969. - С. 392.
9. Петухов Б.С., Шиков В.К. Справочник по теплообменникам. - Том 1. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - С. 560.
10. Сушки И.Н., Шукин А.А., Теплотехника. М.: Изд. «Металлургия», 1973. - С. 479.

Рецензент: к.т.н., профессор Саськов В.И.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕЛИОРАЦИИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

К.И.Скрябин атындагы кыргыз улуттук агрардык университетинин

ЖАРЧЫСЫ



ВЕСТНИК

**Кыргызского национального аграрного университета
им. К.И. Скрябина**



Посвящается

**85 – летию Кыргызского национального аграрного университета
им. К.И. Скрябина**

ISSN 1694-62

№2 (47) Май 20

Бишкек – 2018

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И МЕЛИОРАЦИИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

К.И.Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университетинин

ЖАРЧЫСЫ



ВЕСТНИК

Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина

Журнал «Вестник КНАУ» включен в Перечень рецензируемых научных изданий
установлением Президиума ВАК Кыргызской Республики от 29 января 2015 года,
протокол №1 п/ж-4/33. Журнал предназначен для опубликования научных статей
по **сельскохозяйственным, ветеринарным, биологическим, техническим
и экономическим наукам**

Научно-теоретический журнал

Основан в декабре 2003 года

Выходит четыре раза в год

Зарегистрирован министерством Юстиции

КР 1 декабря 2003 года ПСМИ № 000043

Перерегистрирован 11.03.2015 года № 909

Индекс издания 77441

Учредитель: **Кыргызский национальный аграрный
университет им. К.И.
Скрябина**

При подготовке статей для – Вестника необходимо руководствоваться требованиями
к оформлению и порядком рецензирования рукописей, приложенных в конце журнала.

Ответственный редактор-Керимов К.К. Подписной индекс 77441

ISSN 1694-6286

№2 (47) Май 2018

Бактыбек уулу Азамат
Должность: Старший лаборант
Место работы: КНАУ им. Скрябина
г. Бишкек, ул. Медерова 163а
a.az.95.kg2015@mail.ru

1. Ф.И.О. Андарбеков Дастан Саматович
2. Должность: Студент
3. Место учеб: МУК
4. г. Бишкек, пер. Кантовский 18

М.: Д.т.н., профессор, декан ИТФ, КНАУ им. К.И. Скрябина Темирбеков Ж.Т.

УДК 621.311 (575.2) (04)

Караева Нурзат Суйунбековна

Кыргызский Национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина

Суюнтбекова Нурила Амантаевна

Кыргызский государственный технический университет им. И. Разакова

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬХОЗПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В данной статье приводится обработка данных оперативного журнала районной сети Ошской области.

Ключевые слова: линия электропередачи, трансформаторная подстанция, установленная мощность.

ANALYSIS OF RELIABILITY OF POWER SUPPLY OF AGRICULTURAL CONSUMERS

В данной статье – в этой статье, обработка данных оперативного журнала районной сети Ошской области.

Ключевые слова: power line, transformer substation, installed power, support.

Технико-экономического обоснования мероприятий по повышению уровня надежности элементов сети необходимы исходные данные о количестве и частоте отказов, которые являются случайными величинами, зависящими от большого количества причин. По метеорологическим и другим воздействующим факторам на линии, эти величины имеют региональный характер. Наиболее эффективным методом определения таких величин является статическая обработка информации электрических сетей [1-3].

В данной работе приводится обработка данных оперативного журнала Узгенской РЭС области. Анализ провели по сетям с пяти летним сроком эксплуатации. Объем информации по сетям 110 кВ – 62 км, 35 кВ – 120 км, 10 кВ – 1185 км и по трансформаторным подстанциям – 840 ТП. Протяженность фидера 10 кВ изменяется в диапазоне от 155 до 80,5 км, в том числе по магистрали до 33 км. Средняя установленная мощность ТП -10/0,4 кВ составляет 153 кВА, а средняя длина фидера - 33 км.

В статье приводится краткая характеристика обследуемых фидеров, следует отметить, что опоры ВЛ - 10 кВ деревянные, пропитанные на железобетонных приставках. Провода оплетены и крепятся на штыревых изоляторах и крюках. Срок эксплуатации составляет 5 лет.

В статье 2 приводятся суммарные данные о числе и длительности аварийных отключений ВЛ 10 кВ и структура плановых и аварийных отключений по причинам. ВЛ 10 кВ в эксплуатации остались без изменения, а передаваемая мощность возросла почти вдвое, большую долю перерывов составляют отключения отдельных линий из-за

района.

Но, даже строительство второй ВЛ-110 кВ, не позволит достичь нормы надежности всех фидеров, так как аварийные и плановые простои ВЛ-35 кВ и аварийность сетей 10 обуславливают значительную продолжительность простоя, в хотя будет обеспечена норма надежности для ВЛ-110 кВ п/ст "Узгенская".

Расчет показателей надежности по ВЛ-35 кВ от п/ст ПО/35/10 кВ "Узгенская"

Существующий (старый) вариант. При расчете показателей надежности ВЛ-35 Узгенского района воспользуемся данными оперативных документов Узгенского РЭС 12.30 час/год, Т-49 час/год.

Пользуясь формулой, определяющей показатель надежности, определим продолжительность отключения потребителей Узгенского района за год:

$T = T_{ав} + T_{пл}$, час/год где - продолжительность аварийных отключений, час/год; $T_{пл}$ продолжительность плановых отключений, час/год; коэффициент, учитывающий меньшую 'тяжесть' плановых отключений, равен 0,33, подставляя исходные данные в формулу получим:

$$T = 12,80 + 0,33 \cdot 49 = 28,549 \text{ час/год.}$$

При сравнении показателя надежности T , с нормой надежности T_n , установлено, при одной существующей ВЛ-35 кВ невозможно достичь нормы надежности отпуска электроэнергии сельхозпотребителям. За счет строительства второй линии 35 кВ можно уменьшить долю аварийных плановых отключений потребителей, вызванных сетью 35 кВ до нормы.

Аналогичные расчеты для обоснования количества секционирующих выключателей мест сооружения АВР проделаны для сетей 10 кВ.

На основании выше отмеченного, установлено, что данные по отключению необходимо проводить по единой форме (табл. 2).

Для повышения надежности следует резервировать от соседних подстанций (например п/ст "Куршаб", ВЛ-10 кВ).

Для повышения надежности сельских электрических сетей целесообразно правильно выбрать место установки автоматических секционирующих аппаратов с учетом взаимодействия АВР электрических сетей по продолжительности перерыва T_1 .

Список литературы

1. Белехов И.П., Четким А.С. Механизация и электрификация животноводства.-М.:Колос, 1983.
2. Белянчиков Н.Л, Смирнов А.К. Механизация животноводства.-М.: Колос, 1983.
3. Джимцев Ю.К, Веялис Б. С. Электроснабжение сельского хозяйства. - М. : Колос, 1983.

Информация об авторе:

6. Ф.И.О.: караева Нурзат Суйунбековна
7. Должность: Зав.кафедрой "ЭАСХ"
8. Место работы: КНАУ им.К.И.Скрябина
9. Адрес: , г.Бишкек, ул.Медерова 68
10. e-mail: Karaeva_76@mail.ru
11. Ф.И.О.: Суюнтбекова Нурилла Амантаевна
12. Должность: Старший преподаватель
13. Место работы: КГТУ им.И. Раззакова
14. Адрес: , г.Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66
15. e-mail: suyuntbekova73@mail.ru

Рецензент: Д.т.н., профессор кафедры "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства", КНАУ им.К.И.Скрябина Осмонов Ы.Дж.

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КЫРГЫЗСКАЯ АССОЦИАЦИЯ
ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ
И КОМПЬЮТЕРНЫМ СИСТЕМАМ

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

№2 (35)



БИШКЕК

2018

ИЛИМ

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КЫРГЫЗСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО
АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ
И КОМПЬЮТЕРНЫМ СИСТЕМАМ

ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ

№ 2 (35)

Журнал входит в РИНЦ, а также в перечень ВАК Кыргызской Республики рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Журнал издается с 1996 года.

Зарегистрирован Министерством юстиции
Кыргызской Республики
Свидетельство № 1503 от 26 февраля 2009 г.



СОДЕРЖАНИЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

<i>Охвалова Т.П.</i> Варианты решений уравнения Белмана в задачах оптимального управления тепловыми процессами	5
--	---

ВЕКТОРИЗАЦИЯ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ

<i>Ийдамако В.</i> Модель программирования CUDA и векторизация графических процессоров	17
--	----

<i>Песняков К.А., Керимкулова Г.К., Аскалиева Г.О.</i> Оценка значений тарировочного коэффициента для различных объектов исследований (к методу определения поверхностной скорости воды)	27
--	----

<i>Итаркулов К., Калматов У. А., Суюнтбекова Н. А.</i> Анализ процесса охлаждения силового трансформатора аналитическим и численным методами	42
--	----

<i>Салижанова Л.И., Лыченко Н.М.</i> Восстановление пропусков температурных временных рядах на базе нейросетевых моделей	51
--	----

<i>Мансуров А.Н.</i> Метод анализа интерфейса и взаимодействия компонентов программных пакетов, состоящих из скомпилированных файлов Р-кода MATLAB	59
--	----

<i>Самбуров Н.Н.</i> Особенности создания средств отображения больших объемов визуальной информации	69
---	----

<i>Саматбеков Р. А., Конокбаева А. К., Каракай Ю. И.</i> К разработке лабораторной модели двухуровневой распределенной системы	77
--	----

<i>Султанов Б.Т., Назаров Б.Б.</i> Обзор и анализ моделей управления интеллектуальными активно-адаптивными системами	87
--	----

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Самсулов С.Н.</i> Способ измерения параметров катушек индуктивности магнитометров и его реализация на основе платы сбора данных л кард е 502	94
---	----

<i>Самсулов С. Н., Токсаитов Д. А.</i> Разработка системы сбора и визуализации данных для цифрового трёхкомпонентного индукционного магнитометра	103
--	-----

<i>Ийдамако В.</i> Инфраструктура sensor-cloud – облачные информационно-измерительные системы	109
---	-----

*К. Сатаркулов, Институт автоматики и информационных технологий
НАН КР, г. Бишкек*

У. А. Калматов, Н. А. Суюнтбекова.

*Кыргызский государственный технический университет им. И. Энгельса,
Энергетический факультет, г. Бишкек*

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА АНАЛИТИЧЕСКИМ И ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДАМИ

Рассмотрена существующая математическая модель процесса охлаждения силового трансформатора (СТ) и ее аналитическое решение на основе исходных данных реального СТ. Графическое представление результатов решения на начальном этапе охлаждения показывает довольно быстрое снижение температур элементов обмотки. Учитывая значительную инерционность тепловых процессов реальных СТ, возникает вопрос о степени адекватности процесса описываемого аналитическим методом на начальном этапе охлаждения. Предлагается альтернативный метод анализа с помощью компьютерной модели охлаждения силового трансформатора в среде Simulink. Результаты моделирования с помощью такой модели показали ее близость к реальности.

Ключевые слова: трансформатор; тепловой процесс; математическая и компьютерная модели; Simulink.

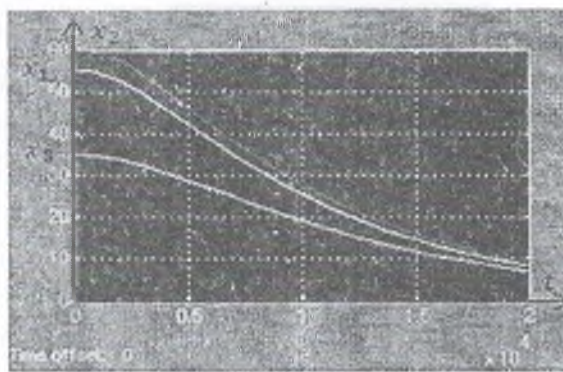
Среди многочисленных проблем, с которыми сталкивается инженер при проектировании и эксплуатации силовых трансформаторов наиболее актуальной представляется проблема их охлаждения.

Важнейшей технико-экономической задачей является обеспечение нормальной работы трансформатора, при котором обеспечивается температура, не отличающаяся от номинальной температуры изоляции.

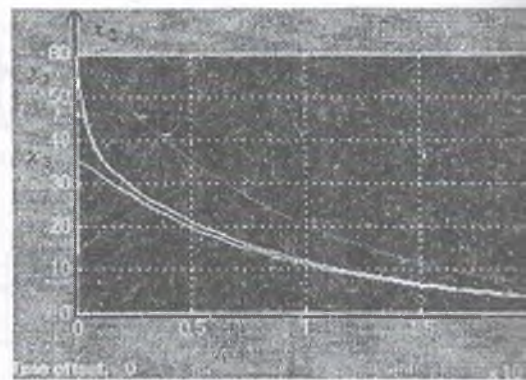
Поэтому возможность оптимального решения этой задачи должна быть проверена на экспериментальных исследованиях [1] (экспериментальная установка для измерения энергии тепловых потерь, выделяющейся при работе физической модели электрической сети) с использованием такой математической модели расчета с необходимой точностью отражала бы фактически происходящие в трансформаторе тепловые процессы.

Реальный физический процесс, происходящий в трансформаторе после отключения, описывается системой из трех дифференциальных уравнений первого порядка с тремя зависимыми переменными x_1, x_2, x_3 , [2,

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= -\frac{b_1}{a_1}(x_1 - x_3); \\ \frac{dx_2}{dt} &= -\frac{b_2}{a_2}(x_2 - x_3); \\ \frac{dx_3}{dt} &= \frac{b_1}{a_3}x_1 + \frac{b_2}{a_3}x_2 - \frac{b_1 + b_2 + b_3}{a_3}x_3. \end{aligned} \right\}$$



а)



б)

Рисунок 5 – Графические представления зависимостей x_1 , x_2 , x_3 , полученные компьютерной модели – а) и аналитическим методом – б)

Заключение

Сравнение результатов моделирования аналитическим (рис. 2) и численным (рис. 5) методами, показывает, что результаты численного анализа процесса остывания трансформатора дают результат, более близкий к реальности. Т.е. скорость снижения соответствует инерционности процесса остывания обмотки.

Кроме того, следует отметить достоинство модели (структурной схемы) разработанной в пакете Simulink, заключающееся в том, что при необходимости возможно, быстро менять математическое описание модели по мере ввода в нее новых блоков, более приближая ее к реальности.

Литература

1. Айдарова А.Р., Байбагысова Д.Ж., Усубалиева Г.К. Исследование влияния различных факторов на величину нагрузочных потерь энергии в элементах электрической сети // Проблемы автоматизации и управления. – 2015.– № 1 (28). – С. 61–66.
2. Киш Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов / Перевод с венгерского М.А. Билла под редакцией Г.Е. Тарле. – Москва: Энергия 1980.
3. Дьяконов В.П., Пеньков А.А. MATLAB и Simulink в электроэнергетике: справочник. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. 816 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – Учебник для вузов. 3-е изд., 3-е, переработ. и доп. М.: Энергия, 1975. – 488 с.
5. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Перевод с англ./ Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с.
6. Айдарова А. Р., Байбагысова Д. Ж., Кадиева А. Решение задач моделирования и исследования потерь в элементах электрической сети с применением labview // Проблемы автоматизации и управления. – 2015. № 1(28).– С. 67–71.
7. Тимонин Ю.Н., Горелов Ю.И. Математическое моделирование тепловых процессов в силовом трансформаторе. // Известия тульского государственного университета (Тула) 2010. № 3–5. С. 86–88.