

НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГЕТИКИ



Том 13 №2 2020

Safety & Reliability of Power Industry

В номере:

- Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России
- Качество и надежность головных образцов энергетического оборудования
- Использование вторичных энергоресурсов в цветной металлургии
- Энергетические свойства торфа, насыщенного нефтепродуктами
- Спектральные методы диагностики высоковольтного оборудования
- PR как инструмент развития атомной энергетики

www.sigma08.ru
www.testenergo.ru



Тренажер водоподготовительной установки для блоков СКД

Фирма АО «Тренажеры электрических станций и сетей» (АО «ТЭСТ») разработала и внедрила тренажерно-аналитический комплекс водоподготовительной установки для блоков СКД Нижневартонской ГРЭС

Тренажер ВПУ блоков СКД

прошел корпоративную научно-техническую и сертификационную экспертизу, а так же государственную регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Тренажер ВПУ блоков СКД

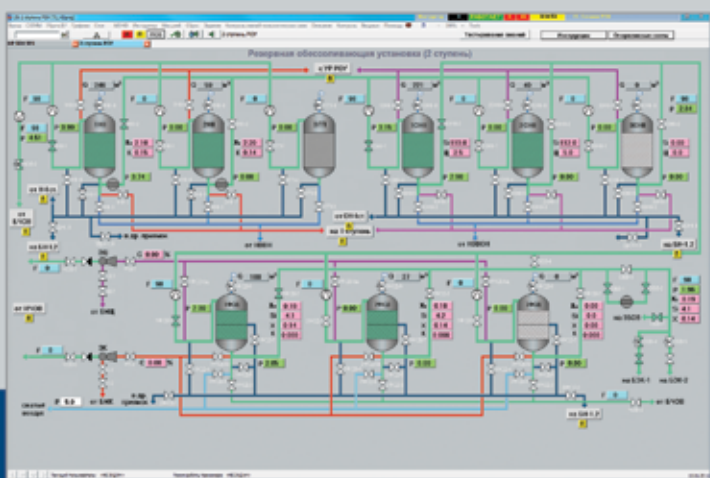
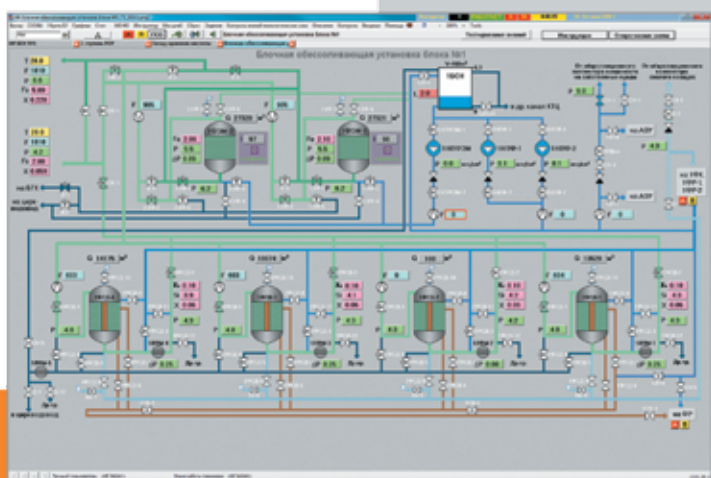
может применяться для подготовки оперативного персонала на тепловых электрических станциях, в учебных центрах, высших и средних учебных заведениях

Состав оборудования

- Установка предварительной обработки воды – УПОВ
- Натрий-катионитовая установка – НКУ
- Резервная обессоливающая установка – РОУ
- Автоматизированная обессоливающая установка – АОУ
- Установка очистки замасленных и замазученных стоков – УОЗЗС
- Блочная обессоливающая установка – БОУ – 1,2
- Реагентное хозяйство – РХ, установка коррекционной обработки воды – УКОВ
- Водно-химический режим блока 800 МВт – ВХР-800-1,2
- Водно-химический режим блока ПГУ-413 МВт – ВХР ПГУ-413

Состав тренажера

- активные динамические мнемосхемы 46 шт.
- всережимная физико-химическая модель оборудования и процессов ВПУ
- модель АСУТП (модель защит, блокировок, сигнализаций, АВР)
- модель водно-химического режима энергоблоков №№ 1,2,3
- развитая конфигурация сети
- комплект аварийных ситуаций
- контролирующая программа
- комплект штатных ситуаций
- графопостроение
- масштабирование времени
- сохранение режимов
- система поддержки оператора
- протоколы действий оператора, ошибок, сигнализации, защит, блокировок
- режим экзамена



АО «Тренажеры электрических станций и сетей»:

117587, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 125 Ж, корп. 6
Тел. (495) 665-76-00, факс (495) 382-79-74
e-mail: magid@testenergo.ru, www.testenergo.ru

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

С. И. МАГИД — д. т. н., профессор, генеральный директор АО «Тренажеры электрических станций и сетей», директор Департамента «Технические обучающие системы в энергетических технологиях» TEST UNESCO (Москва, Россия)

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Е. Н. АРХИПОВА — д. т. н., технический директор АО «Тренажеры электрических станций и сетей» (Москва, Россия)

В. В. КУЛИЧИН — д. т. н., профессор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия)

РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ

Н. И. ВОРОПАЙ — чл.-корр. РАН, д. т. н., профессор, научный руководитель ФГБУН «Институт систем энергетики им. Л. А. Мелентьева» Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН) (Иркутск, Россия) — раздел «Общие вопросы надежности и безопасности энергетики»

А. Я. ШЕЛГИНСКИЙ — д. т. н., профессор кафедры «Промышленные теплоэнергетические системы», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт» (Москва, Россия) — раздел «Генерация электроэнергии и тепла»
Л. А. ХОМЕНКО — д. т. н., профессор, заведующий аналитическим отделом Научно-производственного объединения по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (ЦКТИ) (Санкт-Петербург, Россия) — раздел «Проектирование, исследование энергетического оборудования»

Н. Д. ЧИЧИРОВА — действительный член Российской академии естественных наук, д. х. н., профессор, зав. кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Казань, Россия) — раздел «Эксплуатация электрических станций»

В. СТРИЕЛКОВСКИ — доктор философии, профессор, научный сотрудник Кембриджской бизнес-школы Кембриджского университета (Англия) — раздел «Электрогенерация зарубежных стран»

И. Г. АХМЕТОВА — д. т. н., проректор по научной работе, зав. кафедрой Экономики и организации производства ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» (Казань, Россия) — раздел «Цифровые технологии и экономика»

Н. Н. ШВЕЦ — д. э. н., профессор, зав. кафедрой «Мировая электроэнергетика» МГИМО МИД России — раздел «Энергетические аспекты международных отношений»

А. И. ТАДЖИБАЕВ — Заслуженный энергетик Российской Федерации, действительный член Академии электротехнических наук, д. т. н., зав. кафедрой «Диагностика и управление техническим состоянием энергетического оборудования» ФГАОУ ДПО «ПЭИПК» (Санкт-Петербург, Россия) — раздел «Техническая диагностика и неразрушающий контроль в энергетике»

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Н. ВИВЧАР — к. г. н., советник Директора ФГАУ «НИИ «Центр экологической промышленной политики» (Москва, Россия)

Е. П. ГРАБЧАК — Заместитель министра Министерства энергетики Российской Федерации (Москва, Россия)

Х. С. ДРАГАНЧЕВ — профессор Технического университета (Варна, Болгария)

И. Ш. ЗАГРЕТДИНОВ — к. т. н., генеральный директор АО «Институт Теплоэлектропроект» (Москва, Россия)

З. ЗИМОН — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой Бранденбургского Технического Университета (Котбус-Зенфтенберг, Германия)

Н. А. ЗРОЙЧИКОВ — д. т. н., профессор, заместитель директора по научной работе ОАО «Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского» (ОАО «ЭНИН») (Москва, Россия)

М. Х. Г. ИБРАГИМОВ — д. т. н., профессор, Первый заместитель председателя НП «Техноэкспо» (Москва, Россия)

Н. Б. КАРНИЦКИЙ — д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» Белорусского национального технического университета (г. Минск, Беларусь)

С. А. КРОПАЧЕВ — д. и. н., ректор Энергетического института повышения квалификации АО «Мособлэнерго» (Москва, Россия)

Б. М. ЛАРИН — д. т. н., профессор кафедры химии и химических технологий в энергетике ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина» (Иваново, Россия)

М. Ю. ЛЬВОВ — д. т. н., советник генерального директора АО «Объединенная энергетическая компания» (Москва, Россия)

Н. Я. О. МАМЕДОВ — к. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство инженерных систем и сооружений», Азербайджанский Архитектурно-строительный Университет (Баку, Азербайджан)

М. Е. МАРЧЕНКО — к. т. н., генеральный директор ООО «Энив» (Москва, Россия)

В. Е. МЕССЕРЛЕ — д. т. н., профессор, главный научный сотрудник НИИ экспериментальной и теоретической физики Казахского Национального Университета им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан)

С. В. МИЩЕРЯКОВ — д. э. н., к. т. н., Генеральный директор Некоммерческого Партнерства «Корпоративный образовательный и научный центр Единой энергетической системы» (Москва, Россия)

Д. МОРВА — доктор, профессор Будапештского политехнического университета (Будапешт, Венгрия)

Л. П. МУЗЫКА — к. т. н., доцент, директор ООО «Ресурс-персонал» (Омск, Россия)

А. Н. НАЗАРЫЧЕВ — д. т. н., профессор, ректор ФГАОУ ДПО «Петербургский энергетический институт повышения квалификации» (Санкт-Петербург, Россия)

В. А. НЕПОМНЯЩИЙ — академик Российской академии естественных наук, д. э. н., профессор, к. т. н. (Санкт-Петербург, Россия)

М. М. ПЧЕЛИН — Государственный советник РФ 1-го класса в отставке, лауреат премии Совета Министров СССР (Москва, Россия)

Н. Д. РОГАЛЕВ — д. т. н., профессор, ректор ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», председатель Ученого совета (Москва, Россия)

А. Е. УЖАНОВ — к. с. н., доцент кафедры «Мировая электроэнергетика» Международного института энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД России, член-корреспондент Академии военных наук (Москва, Россия)

К. ФРАНА — д. т. н., профессор, заместитель декана факультета «Машиностроение» Технического университета (г. Либерец, Чехия)

М. И. ЧИЧИНСКИЙ — к. т. н., Генеральный инспектор — начальник Департамента технического надзора и аудита ПАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ПАО «ФСК ЕЭС») (Москва, Россия)

Учредитель и издатель: Научно-производственное объединение «Энергобезопасность».

Периодичность издания четыре раза в год. Выходит с 2008 года.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство ПИ № ФС77-31974 от 14 мая 2008 г.

Журнал включен в новый перечень ВАК Министерства образования и науки РФ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней, а также в базы данных: РИНЦ, ВИНТИ, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory.

Журнал ассоциирован при Международном центре обучающих систем ЮНЕСКО и Международной кафедре-сети ЮНЕСКО «TVET». Полнотекстовые версии статей размещены в научной электронной библиотеке elibrary.ru.

Подписные индексы: 45024 — Объединенный каталог и интернет-каталог «Пресса России»,
E45024 — Интернет-каталог «Книга-сервис».

Художественный редактор: — Маланин Д. Б., Технический редактор — Кутыко Н. Е.
Подписано в печать 30.06.2020 г. Отпечатано в ООО «Код-Полиграф»,
125009, Россия, Москва, пр. Девячьего Поля, д. 4.

Почтовый адрес редакции: 117587, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 125 Ж, корп. 6, ООО «НПО «Энергобезопасность»
Телефон: +7 495 665-76-00, телефон/факс: +7 495 382-79-74; e-mail: sigma08@sigma08.ru; www.sigma08.ru

© ООО «НПО «Энергобезопасность», «Надежность и безопасность энергетики»

Scientific and Engineering Journal Safety and Reliability of Power Industry

Volume 13

№2

2020

EDITOR-IN-CHIEF

Sergey I. MAGID — Dr. of Tech. Sc., Professor, Director General, JSC «Simulators of power plants and networks», Director of the Department «Technical educational systems in energy technologies» TEST UNESCO (Moscow, Russia).

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Elena N. ARKHIPOVA — Dr. of Tech. Sc., Technical Director, JSC «Simulators of power plants and networks» (Moscow, Russia)

Vladimir V. KULICHIKHIN — Dr. of Tech. Sc., Professor, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)

SECTION EDITORS

Nikolay I. VOROPAI — Corr. Member of the RAS, Dr. of Tech. Sc., Professor, Scientific Director of the Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk, Russia) — section «General issues of safety and reliability of power industry»

Aleksandr Y. SHELGINSKY — Dr. of Tech. Sc., Professor of Heat Power Industry Department, National Research University «Moscow Power Engineering Institute» (Moscow, Russia) — section «Electric power and heat generation»

Leonid A. KHOMENOK — Dr. of Tech. Sc., Professor, The head of analytical Department I. I. Polzunov Scientific and Development Association on Research and Design of Power Equipment (St. Petersburg, Russia) — section «Design, research of power equipment»

Nataliya D. CHICHIROVA — full member of the Russian Academy of Natural Sciences, Dr. of Chem. Sc., Professor, head of the Department of Thermal power plants of the «Kazan State Power Engineering University» (Kazan, Russia) — section «Operation of power plants»

Wadim STRIELKOWSKI — Ph.D., University of Cambridge, Judge Business School (Cambridge, England) — section «Power generation in foreign countries»

Irina G. AKHMETOVA — Dr. Eng., Vice-rector for research, head of the Department of Economics and Information Technologies, of the «Kazan State Power Engineering University» (Kazan, Russia) — section «Digital technologies and economy»

Nikolay N. SHVETS (PhD (Ec.)), Professor, Head of the World Electric Power Industry Department, MGIMO University of the Russian Federation Ministry of Foreign Affairs) — section Energy Related Aspects of International Relations

Aleksey I. TADZHIBAYEV — Honoured Power Engineer of the Russian Federation, full member of the Academy of Electrical Engineering Sciences, Doctor of Engineering, Head of FSAEI of Advanced Professional Training «PEIPK» (St. Petersburg, Russia) — section «Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing in Power Engineering»

EDITORIAL BOARD

Anton N. VIVCHAR — Cand. of Geogr. Sc., Advisor of Director of Federal State Autonomous Institution Research Institute «Environmental Industrial Policy Centre»

Hristo S. DRAGANICHEV — Professor of the Varna Technical University (Varna, Bulgaria)

Evgeny P. GRABCHAK — Deputy Minister of the Ministry of Energy of the Russian Federation (Moscow, Russia)

Ilyas Sh. ZAGRETDINOV — Cand. Sc. (Eng), Director of JSC «Institute Teploelectroproject» (Moscow, Russia)

Sylvio SIMON — Prof. Dr.-Ing., Brandenburg University of Technology (Cottbus-Senftenberg, Germany)

Nikolay A. ZROICHKOV — Dr. of Tech. Sc., Professor, «G. M. Krzhizhanovsky Power Engineering Institute» (Moscow, Russia)

Marat H. G. IBRAGIMOV — Dr. of Tech. Sc., Professor, First Deputy Chairman, NP «Tekhnoekspo» (Moscow, Russia)

Nikolay B. KARNITSKIY — Dr. of Tech. Sc., Professor, head of the department of thermal power plants, the Belarus National Technical University (Minsk, Belarus)

Sergey A. KROPACHEV — Dr. of Hist. Sc., Rector of the Energy Institute for Advanced Studies of JSC Mosoblenergo (Moscow, Russia)

Boris M. LARIN — Dr. of Tech. Sc., Professor, Department of chemistry and chemical technology in the power industry, of the «Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin» (Ivanovo, Russia)

Mikhail Yu. LVOV — Dr. of Tech. Sc., Adviser to the General Director of United Energy Company JSC (Moscow, Russia)

Nurmammad Y. MAMMADOV — professor, head of Department «Construction of engineering systems and facilities», Azerbaijan University of Architecture and Construction (Baku, Azerbaijan)

Mikhail. E. MARCHENKO — Cand. of Tech. Sc., Director, «Eniv», LLC (Moscow, Russia)

Vladimir E. MESSERLE — Dr. of Tech. Sc., Professor, Head Research

Fellow of the Research institute of experimental and theoretical physics, the al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan)

Sergey V. MISHCHERYAKOV — Dr. of Econ. Sc., Cand. of Tech. Sc., Director General of the Non-profit Partnership «Corporate Training and Scientific Center of the Unified Energy System» (Moscow, Russia)

George MORVA — Sc. Dr., Professor, the Budapest Polytechnic University (Budapest, Hungary)

Leonid P. MUZYKA — Cand. of Tech. Sc., Director, «Resurs-Personal», LLC (Omsk, Russia)

Aleksandr N. NAZARYCHEV — Dr. of Tech. Sc., Professor, Rector of the «Peterburg power engineering institute of professional development» (St. Petersburg, Russia)

Vladimir A. NEPOMNYASHCHYI — Academician of the RAS, Dr. of Econ. Sc., Professor, Cand. of Tech. Sc. (St. Petersburg, Russia)

Mikhail M. PCHELIN — Class I State Councillor of the RF (retired), awardee of the Prize of the Council of Ministers of the USSR (Moscow, Russia)

Nikolay D. ROGALEV — Dr. of Tech. Sc., Professor, Rector of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Chairman of the Academic Council (Moscow, Russia)

Aleksandr E. UZHANOV — Cand. of Sociol. Sc., Associate Professor of World Power Industry Department, International Institute of Energy Policy and Diplomacy, MGIMO of the Russian Federation Foreign Ministry, associate member of the Academy of Military Sciences (Moscow, Russia)

Karel FRANA — Prof. Dr. — Ing. habil, Technical University of Liberec (Liberec, Czech Republic)

Mikhail I. CHICHINSKIY — Cand. of Tech. Sc., Inspector General / Head of the Department of technical supervision and audit, PJSC «Federal Grid Company of the Unified Energy System» (Moscow, Russia).

Founder and publisher: Scientific and Production Association «Energobezопасnost». Frequency of the edition four times a year. Published since 2008.

The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Mass Communication, Communications and the Protection of Cultural Heritage. Certificate ПИИ № ФЧ77-31974 dated May 14, 2008.

The journal is included into the SCADT's List of major reviewed scientific journals and publications, which shall publish the key scientific findings of theses for academic degrees of Doctor and Candidate of Sciences. The Journal is included in the following databases: RINC, VINITI, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory.

The journal is associated with the UNESCO International Center of Training Systems and the UNESCO International Chair Network «TVET».

Artistic editor: Malanin D. B. Technical Editor: Kutko N. E. Signed in the press on June 30, 2020.

Printed in LLC «Code-Poligraf», Proyezd Devich'yego Poly, 4, Moscow, 119121, Russia.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

- Грабчак Е. П., Логинов Е. Л., Чиналиев В. У.** Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России с целью оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей 84
- Труханов В. М., Султанов М. М., Горбань Ю. А., Кухтик М. П.** Обеспечение качества и надежности составных частей энергетического оборудования при их производстве и испытаниях в составе головного образца 91

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТЫ

- Прищепова С. А., Султангузин И. А., Алимгазин А. Ш., Евсеенко И. В., Федюхин А. В., Бартенев А. И., Яворовский Ю. В.** Использование низкотемпературных ВЭР с применением трансформаторов теплоты в цветной металлургии 97
- Дремичева Е. С.** Энергетические свойства торфа, насыщенного нефтепродуктами 105
- Лютикова М. Н., Коробейников С. М., Коновалов А. А.** Внедрение спектральных методов в диагностику маслonaполненного высоковольтного оборудования 110

ДИСКУССИИ

- Куличихин В. В.** О нарушениях Устава Российской Академии Наук (РАН) 119

СОЦИОЛОГИЯ И ЭНЕРГЕТИКА

- Мищенко К. В., Ужанов А. Е.** PR как инструмент развития атомной энергетики в России и за рубежом 128

ГОЛОС МОЛОДЕЖИ

- Музыка Р. Р.** «Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» и нормативно-техническая база в сфере теплоснабжения 136
- Косюк А. В.** О критической степени расширения природного газа в турбодетандерах 139

ЮБИЛЕИ И НАГРАЖДЕНИЯ 142

ХРОНИКА, ПУБЛИКАЦИИ 148

ДО ГОРИЗОНТА СОБЫТИЙ: ФАКТЫ, МНЕНИЯ, МЕТАФОРИЗМЫ 152

CONTENTS

GENERAL ISSUES OF RELIABILITY AND SAFETY OF ENERGY

- Grabchak E. P., Loginov E. L., Chinaliev V. U.** Digital transformation of Russia's thermal power industry management system for optimization of consumers' expenditures determined by tariffs and prices 84
- Trukhanov V. M., Sultanov M. M., Gorban' Yu. A., Kukhtik M. P.** Ensuring the quality and reliability of power equipment components during their production and testing as part of a prototype 91

DESIGN, RESEARCH, CALCULATIONS

- Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A., Alimgazin A. Sh., Evseenko I. V., Fedyukhin A. V., Bartenev A. I., Yavorovsky Yu. V.** The use of low-temperature secondary energy resources using heat transformers in non-ferrous metallurgy 97
- Dremicheva E. S.** Energetic properties of peat saturated with petroleum products 105
- Lyutikova M. N., Korobeynikov S. M., Konovalov A. A.** The introduction of spectral methods in the diagnosis of oil-filled high-voltage equipment 110

DISCUSSION

- Kulichikhin V. V.** On violations of the Charter of the Russian Academy of Sciences (RAS) 119

SOCIOLOGY AND ENERGY

- Mishchenko X. V., Uzhanov A. E.** GPR as a tool for the development of nuclear energy in Russia and abroad 128

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

УДК 621.311

Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России с целью оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей

Гребчак Е. П.*, Логинов Е. Л., Чиналиев В. У.

Министерство энергетики Российской Федерации
ул. Щепкина, 42, 107996, г. Москва, Россия

Поступила / Received 11.11.2019

Принята к печати / Accepted for publication 07.05.2020

Разработка и реализация стратегии организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы для упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом является основой создания координированной системы оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии в экономике России. Внедрение в отрасли механизма регулирования процессов предоставления теплоэнергетических услуг на основе перехода к системе Единых теплоснабжающих организаций (ЕТО) и обеспечения окупаемости инвестиций ценового тренда на рынке тепла с возможностью перевода ведомственной отчетности и аналитики на единую нормативную правовую основу позволяет регулировать работу теплоэнергетики как подсистемы ТЭК России с общей информационно-технологической платформой. Предлагается разработать методологию построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей с учетом комплексного характера работы сетей передачи электроэнергии и транспортировки тепла и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов. Ключевыми мероприятиями являются: разработка методологии построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей; цифровых методов обнаружения опасных воздействий; алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех; цифровых методов оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг. Итогом должно быть создание компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: теплоэнергетика, топливно-энергетический комплекс, оборудование, информационная система, цифровизация, управление

Благодарности

Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-010-00956 А «Стратегия внедрения элементов цифровой экономики России для оптимизации взаимодействия агрегированных групп экономических агентов на основе развития логистики цифровых активов и интеллектуальной мобильности»).

Адрес для переписки:

Гребчак Е. П.
Минэнерго России
ул. Щепкина, 42, 107996, г. Москва, Россия
e-mail: Grabchak.eugene@gmail.com

Address for correspondence:

Grabchak E. P.
Ministry of Energy of Russia
st. Shchepkina, 42, 107996, Moscow, Russia
e-mail: Grabchak.eugene@gmail.com

Для цитирования:

Гребчак Е. П., Логинов Е. Л., Чиналиев В. У. Цифровая трансформация системы управления теплоэнергетикой России с целью оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей. Надежность и безопасность энергетики. 2020 – Т. 13, №2. – С. 84 – 90.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

For citation:

Grabchak E. P., Loginov E. L., Chinaliev V. U. [Digital transformation of Russia's thermal power industry management system for optimization of consumers' expenditures determined by tariffs and prices]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 2, pp. 84 – 90. (in Russian)
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-84-90>

Digital transformation of Russia's thermal power industry management system for optimization of consumers' expenditures determined by tariffs and prices

Grabchak E. P.*, Loginov E. L., Chinaliev V. U.

*Ministry of Energy of the Russian Federation
st. Shchepkina, 42, 107996, Moscow, Russia*

The development and implementation of a strategy for organizational reconfiguration of a digital heat and power super system to streamline the processes of providing structured technological zones with heat makes the basis for creating a coordinated system for optimizing the tariff and price load on heat and electricity consumers in the Russian economy. Providing the industry with a mechanism for regulating the processes of rendering heat energy services based on the transition to the system of Unified Heat-Supply Organizations (ETOs) and ensuring a return on price trend investment in the heat market with the possibility of transferring departmental reporting and analytics to a single regulatory legal basis enables regulating the operation of the power system as a subsystem of the Russian energy sector with a common information technology platform. It is proposed to develop a methodology for constructing mathematical estimates of reliability indicators of provided heat and power services in the form of analytical relationships and simulation models, taking into account the complex nature of the operation of electric power transmission and heat transportation networks as well as information systems that provide processing, storage and distribution of digital data and documents. The key activities are: development of a methodology for constructing mathematical estimates of reliability indicators of provided heat and power services in the form of analytical relationships and simulation models; development of digital methods for detecting hazardous effects; development of algorithms for storing information in the presence of natural and artificial interference; development of digital methods for optimization, modernization and transformation of production chains and processes, control models and planning procedures to neutralize threats to the reliability of provided heat and power services. The result should be the creation of a computer-based information system for modeling impacts on the electric and heat grid facilities.

KEYWORDS: heat power engineering, fuel and energy complex, equipment, information system, digitalization, management

Acknowledgments

This article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No. 19-010-00956 A "Strategy for introducing elements of the digital economy of Russia to optimize the interaction of aggregated groups of economic agents based on the development of digital asset logistics and intellectual mobility").

Накопившиеся экономические и технические проблемы в топливно-энергетическом комплексе, а также проявления глобальных кризисных явлений продемонстрировали уязвимость социально-экономической ситуации в нашей стране к диспропорциям и ухудшению технических показателей в теплоэнергетике России [1].

В Докладе Министра энергетики России А. Новака об итогах работы топливно-энергетического комплекса в 2018 г. и задачах на 2019 г. на заседании Правительства Российской Федерации отмечалось, что объем рынка теплоэнергии оценивается в 1,5 трлн руб., а платежи за тепло составляют более 50% в коммунальных расходах населения. При этом отрасль недофинансирована. Ежегодные госсубсидии составляют около 150 млрд руб. при потребности в 200 млрд руб. Частные инвестиции оцениваются примерно в 90 млрд руб. в год, а потребность — в 250 млрд руб.

Слабым местом теплоэнергетики России является избыток тепловой мощности. На сегодня ТЭЦ загружены не более чем на 30% установленной мощности, а котельные — в среднем на 15%. Неконкурентоспособность ТЭС на оптовом рынке электроэнергии при-

водит к тому, что станции этого типа получают статус «вынужденных по теплу», т. е. их невозможно по каким-либо причинам вывести из эксплуатации (например, они являются единственным источником теплоэнергии в регионе), но они получают гарантированный тариф, чтобы покрыть свои высокие расходы. Сейчас на рынке работают 10 ГВт «вынужденных», это обходится энергорынку более чем в 9 млрд руб. [2].

Субсидирование рынка теплоэнергетики за счет рынка электроэнергетики, отсутствие долгосрочных тарифов не оставляет теплогенерирующим компаниям мотивации к оптимизации и развитию отрасли [3]. В связи с этим большая доля оборудования достигла критических значений по износу.

Например, как отметил в своем выступлении секретарь Совета Безопасности России Н. Е. Патрушев, в Северо-Западном федеральном округе объекты теплоэнергетического комплекса имеют высокий износ оборудования и сетей: износ оборудования теплоэлектроцентралей и объектов теплоснабжения достигает 80%, магистральных трубопроводов со сроком эксплуатации более 30 лет — около 44%, более половины электросетевого

оборудования работает свыше нормативного срока.

Несмотря на то, что в целом практически все отрасли экономики России переориентировались на рыночные правоотношения, в сфере теплоснабжения механизмы рынка до сих пор в полной мере не действуют. Отрасль остается убыточной. Экономические отношения в значительной степени зарегулированы. Правила неустойчивы. Во многих случаях решения основываются на социально-политическом значении вопросов. Сохраняются межведомственные противоречия в распределении функций регулирования деятельности в сфере теплоснабжения между федеральными органами власти и между уровнями государственного управления. Техническое регулирование отрасли имеет много пробелов [4].

В отрасли реализуется программа модернизации. Так, по итогам отбора проектов ТЭС для модернизации с вводом в 2022–2024 гг. летом 2019 г. были отобраны 45 проектов: 30 (суммарные капзатраты по ним оцениваются в 61,6 млрд рублей) — в ходе конкурентного отбора мощности для модернизации, еще 15 (63,5 млрд рублей) — в рамках квоты Правительственной комиссии по вопросам развития электроэнергетики. При этом в Единой энергосистеме сформировалась региональная специализация: 29 газовых проектов будут реализованы в центре России и на Урале (первая ценовая зона (1 ЦЗ)), в Сибири в первую волну программы вошли 16 угольных проектов. Всего в период реализации программы (2022–2031 гг.) планируется обновить до 41 ГВт мощностей, потратив на это до 1,9 трлн рублей (в том числе 200 млрд — на модернизацию в неценовых зонах). Источником возврата инвестиций генераторам станут так называемые высвобождающиеся средства — деньги, «остающиеся невостребованными» на энергорынке по мере завершения платежей по первой программе договоров предоставления мощности (ДПМ) [5].

При этом удовлетворение спросовых сигналов на снижение стоимости услуг в отрасли, в частности, с помощью функционирования ценовых зон теплоснабжения, только частично решает проблему модернизации отрасли [6]. Тарифно-ценовые диспропорции в отношении работы отдельных теплоэнергетических компаний требуют нахождения механизма выравнивания цен и тарифов на тепло и электроэнергию по компаниям и регионам России [7].

В этих условиях в соответствии с положениями реформы рынка тепловой энергии, предусматривается концентрация производственно-финансовых потенциалов теплоэнергетических компаний в рамках перехода к системе ЕТО. В рамках новой модели ЕТО наделяется широкими полномочиями, она фактически будет ответственна за всю цепочку теплоснабжения в рамках своей территории. ЕТО сможет отбирать поставщиков тепла, предложивших лучшую цену за качественное теплоснабжение, отвечать за модернизацию теплообъектов, ремонтировать сети и нести ответственность за надежность теплообеспечения в целом.

На основе перехода к системе ЕТО предлагается

интегрировать функции управления, контроля и распределения информации в отношении работы производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения в единой региональной системе теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний.

Функционированию ЕТО должна способствовать цифровизация систем управления в отрасли [8; 9].

Минэнерго России при участии компаний теплоэнергетического комплекса сформировало проект «Цифровая энергетика». Целью его создания является цифровая трансформация отраслей ТЭК с учетом приоритетов, обозначенных Президентом РФ, и положений национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Проект призван систематизировать имеющийся опыт внедрения цифровых технологий, обеспечить формирование целевого видения цифровизации ТЭК, а также базовых требований и критериев к внедряемым решениям, которые позволят состыковать их в доверенной цифровой среде. Ключевой организационной задачей проекта является построение системы координации цифровой трансформации ТЭК России [10].

Ранее информационное обеспечение отдельных функций Минэнерго России в сфере государственного регулирования ТЭК исторически осуществлялось разрозненными информационными системами. Сейчас внедряется ряд информационных платформ для повышения наблюдаемости процессов функционирования топливно-энергетического комплекса. С их полноценным функционированием будет решена задача интеграции информационных потоков и нового качества информационно-аналитического обеспечения государственного управления развитием ТЭК России и функционирования энергетических рынков.

Выработка нового — цифрового — формата организационной интеграции группы теплоэнергетических компаний путем упорядочения обновления и модернизации производственных фондов с опорой на введение ЕТО создает новые, более широкие, возможности повышения эффективности управления компаниями отрасли [11; 12].

Разработка и осуществление в экономике России стратегии упорядочения обновления и модернизации производственных фондов теплоэнергетики с новой конфигурацией теплоэнергетических компаний вследствие формирования ЕТО (как базы для организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы с целью упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом) является основой создания координированной системы оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии. Создаются возможности формирования рыночных финансовых источников на реализацию инвестиционных проектов в теплоэнергетической отрасли России, расширения объемов контролируемых производственных мощностей теплоэнерге-

тики и систем централизованного теплоснабжения.

Предлагаются следующие меры, направленные на стимулирование модернизационных преобразований в отрасли:

- формирование организационной схемы создания и функционирования ЕТО (как базы для организационной реконфигурации цифровой теплоэнергетической суперсистемы для упорядочения процессов обеспечения структурированных технологических зон теплом), а также механизмов регулирования обновления и модернизации производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения;

- совершенствование экономической модели ценообразования в рамках развития рынка тепла для оптимизации тарифно-ценовой нагрузки на потребителей тепла и электроэнергии для эффективного обеспечения подконтрольных технологических зон теплом;

- выстраивание контура регулирования производственной и экономической информации в отрасли с введением полноценно функционирующей государственной информационной системы (ГИС) ТЭК, в т. ч. в отношении обновления и модернизации производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения, для мониторинга и координации реальных процессов предоставления теплоэнергетических услуг и ценового тренда на рынке тепла;

- стратегическое позиционирование иностранных инвесторов в отношении вложений в инвестиционные проекты теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний России с новой конфигурацией теплоэнергетических компаний вследствие формирования ЕТО с учетом мировых и локальных финансово-экономических циклов и финансовой конъюнктуры;

- формирование механизма, позволяющего оперативно идентифицировать идущие изменения в процессах обновления и модернизации производственных фондов через формирование в отрасли распределенного реестра цифровых транзакций на основании новых — цифровых — стандартов обмена информацией в теплоэнергетической суперсистеме;

- увязка методов решения проблем инвестиционного стимулирования модернизации отрасли как на тарифно-ценовой, так и на внетарифной основе с относительно стабильным спектром регуляционных изменений и операционных механизмов реальных процессов предоставления теплоэнергетических услуг и ценового тренда на рынке тепла.

Упорядочение процесса организационного развития региональных теплоэнергетических компаний и упорядочение доступа к информации в рамках цифровых транзакций с учетом перспективной квазиинтеграции информационного обмена в отношении данных от ЕТО позволяет обеспечить управляемость процесса модернизации отрасли [13, 14].

С учетом комплексного характера работы отрас-

левых сетей передачи электроэнергии и транспортировки тепла и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов требуется разработать адаптированную к особенностям отрасли методологию построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей.

Разработанные математические оценки показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг и имитационные модели позволят получать достоверные оценки эффективности мер повышения надежности, сокращения аварий и отключений от угроз и обеспечат возможность обоснованного выбора средств защиты и минимизации рисков и угроз автоматизированному документообороту в рамках сложных теплоэнергетических систем.

Необходимо проводить анализ ситуации с переполнением информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, использовать специальные методы преодоления проявления угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг. Требуются инновационные архитектуры, способные адекватно описывать функциональные характеристики потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid на всех различных уровнях иерархии с учетом динамики их изменения.

Для обнаружения опасных воздействий и нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг необходимо разработать следующие методики:

- методику описания типовых функциональных моделей информационной системы для обеспечения телекоммуникационных потоковых задач;

- методику настройки шаблонных моделей поведения для описания прохождения в них потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid и динамики их изменения;

- методику выявления вариантов поведения, свидетельствующих о наличии фактов опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования, ведущих к изменению характеристик поведения системы.

Для внедрения методик обнаружения опасных воздействий и нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг с помощью технологий больших цифровых данных и технологий искусственного интеллекта необходимо разработать специальные нейросетевые архитектуры, основанные на иерархическом графовом представлении вариантов динамики изменения информационных потоков в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды.

Внедрение цифровых технологий предполагается проводить путем внедрения аппаратно-программных средств, обеспечивающих анализ информационных потоков и выдающих сигналы для принятия мер организации вычислительных процессов их расчета на аппаратной части комплекса.

Рассматриваемые технологии позволяют применять цифровые методы обнаружения опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в рамках перспективных информационных систем широкого профиля.

При внедрении цифровых технологий целесообразно учесть вероятность переполнения информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, также и угрозы получения неверной или ненужной информации.

Необходима разработка алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid, построенных на основе получения и обработки параметрической информации, ориентированной на широкий спектр используемого оборудования для реализации сбора, накопления, хранения и обмена цифровыми данными обо всех звеньях производственных цепочек и процессов.

В ходе разработки алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды с элементами smart grid, обеспечивающих стойкость против известных видов переполнения информационной системы сложно- и неструктурированными данными, превышающими имеющиеся возможности вычислительной обработки и передачи цифровых данных по телекоммуникационным каналам, необходимо реализовать процедуры синхронизации получения и обработки параметрической информации для передающей и принимающей стороны, обеспечивающие повышение надежности, сокращение аварий и отключений.

Ключевые мероприятия:

- разработка методологии построения математических оценок показателей надежности оказываемых теплоэнергетических услуг в виде аналитических зависимостей и имитационных моделей с учетом комплексного характера взаимоотношений систем технического состояния инфраструктуры и режимов работы сетей передачи электроэнергии в теплоэнергетике и информационных систем, обеспечивающих обработку, хранение и распространение цифровых данных и документов;
- разработка цифровых методов обнаружения

опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг на основе анализа высокоуровневых функциональных характеристик, составление прогнозов и сценариев возможных изменений с помощью технологий больших цифровых данных и технологий искусственного интеллекта;

- разработка алгоритмов сохранения информации в присутствии естественных и искусственных помех в условиях сложной, динамически изменяемой информационной среды для обеспечения наблюдаемости технического состояния инфраструктуры при реализации сбора, накопления, хранения и обмена цифровыми данными о всех звеньях производственных цепочек и процессов;

- разработка цифровых методов обнаружения опасных воздействий для оптимизации, модернизации и трансформации производственных цепочек и процессов, моделей управления и процедур планирования для нейтрализации угроз надежности оказываемых теплоэнергетических услуг.

Итогом должно быть создание компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство в обычных и чрезвычайных условиях с опорой на новые вычислительные возможности с использованием элементов искусственного интеллекта, в том числе с использованием математических технологий на основе нечеткой логики, включая учет следующих эффектов:

- типовые факторы воздействия на объекты электро- и теплосетевого хозяйства в обычных условиях;
- ресурсные топливно-энергетические факторы, формирующие условия генерации и передачи электроэнергии (оборот электроэнергии в системе, связь с поступлением топливно-энергетических ресурсов в генерирующие компании и пр.);
- факторы воздействия вследствие чрезвычайных ситуаций естественного характера (природные, климатические и т. п. флуктуации: наводнения, пожары, грозы – молнии, ураганы, метеориты, температурные аномалии — жара, морозы, выпадение снега и ливни, обмерзание и оледенение, резкое обмеление рек и спад воды в водохранилищах при ГЭС и т. п.);
- факторы воздействия вследствие чрезвычайных ситуаций инициированного технического характера (информационные сетевые атаки (в т. ч. внедрение вирусов, перегружение каналов связи, ложные команды smart grid и т. п.), военные и террористические атаки, массовые беспорядки с захватом и повреждением объектов и т. п. — варианты атак, зоны поражения, возможность замещения отключившихся сегментов и объектов, замещения отключившихся систем связи, оптимальные маршруты и системы замещения и переконфигурации энергопоставок, необходимые запасы и места складирования с источниками финансирования, замещение выпадения управляющих центров, возможные источники срочного привлечения финан-

совых средств энергетических компаний на цели восстановления и пр.);

– факторы воздействия вследствие некорректной работы связанных обеспечивающих систем (например, ценовые пики на топливно-энергетические ресурсы, кризисная динамика падения курса рубля, банкротство системообразующего банка, приводящее к выпадению больших сумм финансовых средств энергетических компаний на банковских счетах, блокирование притока электроэнергии в единую энергосистему России из-за рубежа вследствие политических событий и пр.);

– организационные проблемы снижения управляемости отрасли в чрезвычайных условиях (кто и как будет принимать решения в случае внезапного отсутствия или бездействия управляющих органов энергетических компаний на различных уровнях (муниципальный, субъекта РФ, средней или крупной компании и пр.) — отсутствие членов дирекции, невозможность срочного сбора Совета директоров, отсутствие органов госуправления).

При формировании компьютерной информационной системы моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство целесообразно предусмотреть возможность построения сценариев во временной, территориальной и объектной динамике с учетом иерархических уровней работы технических систем и организационных структур управления — коммерческих компаний и госведомств.

Компьютерная информационная система моделирования воздействий на электро- и теплосетевое хозяйство должна быть интегрирована с ГИС с возможностью установления и переконфигурирования технических и ресурсных связей между объектами как сетевыми элементами энергетической суперсистемы.

Информационная система моделирования должна позволять дополнять список воздействующих факторов другими — ранее не учтенными — факторами (физическими техногенными и природными, информационными, финансово-экономическими и пр.) и возможностью вводить в результаты моделирования анализ новых результирующих факторов (эффектов) и их взаимосвязей.

Выводы

1. Внедрение в отрасли механизма регулирования процессов предоставления теплоэнергетических услуг и обеспечения окупаемости инвестиций ценового тренда на рынке тепла с возможностью перевода ведомственной отчетности и аналитики на единую нормативную правовую основу позволяет регулировать работу теплоэнергетики как подсистемы ТЭК России с общей информационно-технологической платформой.

2. В итоге складывается возможность перехода к координационно-агрегированному управлению в отрасли, в том числе, обоснованному планированию

показателей социально-экономического развития как регионов России, так и теплоэнергетических компаний.

3. При этом одновременно решается задача реконфигурации объемов, структуры и условий модернизации и нового строительства производственных мощностей теплоэнергетики и систем централизованного теплоснабжения как базы для наращивания инвестиций, реализующихся в рамках структур теплоэнергетических компаний и теплоэнергетических дивизионов крупных энергокомпаний.

Список использованных источников

1. Салтыков М. А., Скакун А. Ю. Совершенствование формирования и использования финансовых ресурсов теплоэнергетической компании // Вектор экономики 2018; (7) 12 – 14.
2. В России началась реформа теплоэнергетики [Электронный ресурс] // <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/08/01/727294-reforma-teploenergetiki> (Дата обращения: 12.02.2020).
3. Развитие электроэнергетики / 14 ноября 2017 года [Электронный ресурс] // <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/56071> (Дата обращения: 12.02.2020).
4. Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2015–2016 годы. Информационно-аналитический доклад. / Российское энергетическое агентство [Электронный ресурс] // <https://minenergo.gov.ru/node/10850> (Дата обращения: 12.02.2020).
5. Исполатов С. Между ТЭЦ и ПГУ [Электронный ресурс] // <https://peretok.ru/articles/strategy/20772/> (Дата обращения: 12.02.2020).
6. Raikov A., Zoidov K., Loginova V., Chernov A., Bortalevich V. A new level in a professional training in implementing the educational programs of interactive learning in a digital educational sphere. MATEC Web of Conferences 2018; (01023): 2.
7. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Sorokin D. D., Bortalevich V. Y. The use of artificial intelligence's elements to block the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012028): 1.
8. Sharapov V. I., Kudryavtseva E. V. Energy efficiency of low temperature deaeration of makeup water for a district heating systems. Power Technology and Engineering 2016; 50(2): 204 – 207.
9. Bahtizin A. R., Bortalevich V. Y., Loginov E. L., Soldatov A. I. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series 2019; (12042): 3.
10. Минэнерго РФ сформировало проект «Цифровая энергетика» [Электронный ресурс] // <https://iot.ru/energetika/minenergo-rf-sformirovalo-proekt-tsifrovaya-energetika> (Дата обращения: 12.02.2020).
11. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Bortalevich V. Y., Sorokin D. D. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012015): 1.
12. Orlov M. E., Sharapov V. I. Improving urban district heating systems and assessing the efficiency of the energy usage therein. Journal of Physics: Conference Series 2017; 891(012161): 1 – 6.

13. Raikov A., Trachuk A., Romanova Y., Loginova V., Bortalevich V. The convergence of the telematic, computing and information services as a basis for using artificial intelligence to manage complex techno-organizational systems. MATEC Web of Conferences 2018; (01027): 1.

14. Lepskiy V. E., Avdeeva Z. K., Raikov A. N. Disruptive situation management in digital economy. Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. 2018; (8551949): 2.

References

1. Saltykov M. A., Skakun A. Yu. Improving the formation and use of financial resources of a heat energy company // Vector of Economics 2018; (7) 12–14. (In Russ.)

2. In Russia, the reform of the power system [Electronic resource] // <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2017/08/01/727294-reforma-teploenergetiki> (Access date: 12.02.2020) (In Russ.).

3. Development of the electric power industry / November 14, 2017 [Electronic resource] // <http://kremlin.ru/events/president/news/copy/56071> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

4. Heat power and centralized heat supply of Russia in 2015–2016. Information and analytical report. / Russian Energy Agency [Electronic resource] // <https://minenergo.gov.ru/node/10850> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

5. Ispolatov S. Between TPP and PSU [Electronic resource] // <https://peretok.ru/articles/strategy/20772/> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

6. Raikov A., Zoidov K., Loginova V., Chernov A., Bortalevich V. A new level in a professional training in implementing the educational programs of interactive learning in a digital educational sphere. MATEC Web of Conferences 2018; (01023): 2. (In Eng.)

7. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Sorokin D. D., Bortalevich V. Y. The use of artificial intelligence's elements to block

the manifestations of individuals' behavioral activity going beyond the quasi-stable states. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012028): 1. (In Eng.)

8. Sharapov V. I., Kudryavtseva E. V. Energy efficiency of low temperature deaeration of makeup water for a district heating systems. Power Technology and Engineering 2016; 50(2): 204–207. (In Eng.)

9. Bahtizin A. R., Bortalevich V. Y., Loginov E. L., Soldatov A. I. Using artificial intelligence to optimize intermodal networking of organizational agents within the digital economy. Journal of Physics: Conference Series 2019; (12042): 3. (In Eng.)

10. The Ministry of Energy of the Russian Federation formed the project "Digital Energy" [Electronic resource] // <https://iot.ru/energetika/minenergo-rf-sformirovalo-proekt-tsifrovaya-energetika> (Date of access: 12.02.2020) (In Russ.).

11. Loginov E. L., Grigoriev V. V., Shkuta A. A., Bortalevich V. Y., Sorokin D. D. Intelligent monitoring, modelling and regulation information traffic to specify the trajectories of the behaviour of organizational agents in the context of receipt of difficult-interpreted information. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019; (012015): 1. (In Eng.)

12. Orlov M. E., Sharapov V. I. Improving urban district heating systems and assessing the efficiency of the energy usage therein. Journal of Physics: Conference Series 2017; 891(012161): 1–6. (In Eng.)

13. Raikov A., Trachuk A., Romanova Y., Loginova V., Bortalevich V. The convergence of the telematic, computing and information services as a basis for using artificial intelligence to manage complex techno-organizational systems. MATEC Web of Conferences 2018; (01027): 1. (In Eng.)

14. Lepskiy V. E., Avdeeva Z. K., Raikov A. N. Disruptive situation management in digital economy. Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. 2018; (8551949): 2. (In Eng.)



<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-91-96>

УДК 621.192

Обеспечение качества и надежности составных частей энергетического оборудования при их производстве и испытаниях в составе головного образца

Труханов В. М.^{1,2}, Султанов М. М.¹, Горбань Ю. А.^{1*}, Кухтик М. П.²

¹ Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском
пр. Ленина, 69, 404110, г. Волжский, Россия

² ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
пр. им. В. И. Ленина, 28, 400005, г. Волгоград, Россия

Поступила / Received 10.12.2019

Принята к печати / Accepted for publication 02.06.2020

Объектом исследования является энергетическое оборудование тепловых электростанций. При разработке новых деталей и узловых элементов энергетического оборудования появляется проблема обеспечения качества и надежности на этапе их постановки на производство и в процессе серийного изготовления. Для решения этой проблемы поставлены задачи: разработать способы и методы обеспечения качества и надежности установочной партии оборудования; определить объем приработочных испытаний составных частей в составе головного образца при серийном изготовлении; показать влияние производственных факторов на качество и надежность выпускаемой продукции; определить номенклатуру показателей качества продукции и их влияние на технологичность и надежность изделий. Научная новизна состоит в обобщении методов, способов, математических моделей обеспечения качества и надежности вновь создаваемых подобных изделий. Теоретические подходы, предложенные в статье, могут быть направлены на создание современных условий для изготовления деталей, конструкций и узлов энергетического оборудования с новыми технологическими и материальными характеристиками по показателям надежности. Практическая значимость определяется внедрением разработанных методов, способов, математических моделей в нормативно-техническую документацию вновь создаваемого оборудования. Описан порядок проведения приработочных и приемочных испытаний сборочных единиц. Рассмотрены факторы, оказывающие влияние на качество и надежность составных частей энергетического оборудования тепловых электростанций. Описаны различные группы показателей для оценки качества выпускаемой продукции. Приведены формулы для расчета показателей технологичности, в частности, для трудоемкости, материалоемкости, коэффициента использования материала, себестоимости продукции, и для показателей стандартизации и унификации. Рассмотрены методы определения показателей качества продукции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: энергетическое оборудование, контроль качества, показатели надежности, установочная партия, приработочные испытания, приемочные испытания

Благодарности

Результаты исследований, представленные в статье, получены при финансовой поддержке в рамках государственного задания № 13.9602.2017/БЧ по теме 1041170.

Адрес для переписки:

Горбань Ю. А.
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», кафедра АПП
пр. им. В. И. Ленина, 28, 400005, г. Волгоград, Россия
e-mail: yuliya.bk.ru@mail.ru

Address for correspondence:

Gorban' Yu. A.
Volgograd State Technical University, Department AMP
Lenin av., 28, 400005, Volgograd, Russia
e-mail: yuliya.bk.ru@mail.ru

Для цитирования:

Труханов В. М., Султанов М. М., Горбань Ю. А., Кухтик М. П. Обеспечение качества и надежности составных частей энергетического оборудования при их производстве и испытаниях в составе головного образца. Надежность и безопасность энергетики. 2020. – Т. 13, №2. – С. 91 – 96.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-91-96>

For citation:

Trukhanov V. M., Sultanov M. M., Gorban' Yu. A., Kukhtik M. P. [Ensuring the quality and reliability of power equipment components during their production and testing as part of a prototype]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020. vol. 13, no. 2, pp. 91 – 96 (in Russian).
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-91-96>

Ensuring the quality and reliability of power equipment components during their production and testing as part of a prototype

Trukhanov V. M.^{1,2}, Sultanov M. M.¹, Gorban' Yu. A.^{1*}, Kukhtik M. P.²

¹ Volzhsky Branch of the National Research University «Moscow Power Engineering Institute»

69 Lenin av., 404110, Volzhsky, Russia

² Volgograd State Technical University

28 Lenin av., 400005, Volgograd, Russia

The object of study is the power equipment of thermal power plants. When developing new parts and components of power equipment, a problem arises of ensuring the quality and reliability at the stage of their putting into production and in the process of serial production. To solve this problem, the following tasks have been set: to develop ways and methods to ensure the quality and reliability of the development batch of equipment; to determine the scope of running-in tests of components as part of a prototype during serial production; to show the influence of production factors on the quality and reliability of the output product; to determine the nomenclature of production quality parameters and their impact on the manufacturability and reliability of products. The scientific novelty consists in generalization of methods, ways, mathematical models for ensuring the quality and reliability of newly created similar products. The theoretical approaches, which are proposed in the article, can be aimed at creation of state-of-art conditions for manufacturing of parts, structures and components of power equipment with new process and material characteristics in terms of reliability. The practical significance is determined by implementation of the developed methods, ways, mathematical models in the normative and technical documentation of newly created equipment. A procedure is described for holding running-in and acceptance tests. The factors, which affect the quality and reliability of components of power equipment of thermal power plants, are considered. Various groups of parameters for assessment of the quality of output products have been described. Equations are presented for calculation of manufacturability parameters, in particular, for labor-intensity, material consumption, material utilization rate, production prime cost, as well as for standardization and unification parameters. Methods are considered for determination of the product quality parameters.

KEYWORDS: power equipment, quality control, reliability parameters, development batch, running-in tests, acceptance tests

Acknowledgements

The results of research presented in the paper are obtained with financial support within the state assignment No. 13.9602.2017/BCh on subject 1041170.

Объектом исследования являются сложные технические системы энергетического оборудования, входящие в состав тепловых электростанций.

После окончания испытаний опытных образцов составных частей головного образца возникает необходимость серийного производства изделий. Перед началом серийного производства на предприятии-изготовителе проводится подготовка изделий с целью обеспечения качества и надежности их при эксплуатации. С этой целью, в зависимости от сложности и стоимости изготавливаемого изделия, назначают установочную партию определенного объема. В процессе изготовления установочной партии ведут отладку технологического процесса, изготовление и проверку необходимой оснастки, стендового оборудования. Для обеспечения достигнутых показателей надежности на этапе испытаний опытных образцов и поддержания их на заданном уровне в процессе серийного изготовления и эксплуатации предусматривают определенный объем приработочных испытаний, который записывают в техническую документацию (рекомендуемый объем приработочных испытаний составляет 2–3% от

назначенного ресурса). Цель этих испытаний — выявление скрытых производственных дефектов, а также притирка трущихся сопряжений, термотренировка элементов электроавтоматики, приработка узлов и механизмов и т. п. Приработочные испытания отдельных сборочных единиц или систем проводят на стендовом оборудовании. Объем этих испытаний определен в чертежах, технологических паспортах или технических условиях [1, 2].

После приработочных испытаний сборочных единиц проводят их монтаж на изделия (головному образцу), после чего изделие подвергают приемочным испытаниям. К таким испытаниям установочной партии допускают изделия, прошедшие приемку отдела технического контроля. Каждое изделие должно быть укомплектовано запасными частями и инструментом, а также технической документацией в соответствии с формуляром к данному изделию и удовлетворять по техническим требованиям параметрам технических условий.

В процессе проведения приемочных испытаний в составе головного образца ведут журнал учета наработки узлов, механизмов и сборочных единиц, в котором

фиксируют также замечания, неисправности и способы их устранения. Если изделие предназначено не только для выполнения работ в стационарных условиях на определенном объекте, но и для перевозки некоторого груза с одного объекта на другой, то приемочные испытания предусматривают три этапа — стационарные испытания изделия в цехе; транспортные испытания и вновь стационарные испытания в цехе после транспортных испытаний.

Общий объем приемочных испытаний каждой составной части головного образца изделия составляет 30–40% гарантийного ресурса [1]. Такой объем испытаний позволяет завершить отладку технологического процесса для серийного производства и произвести корректировку технологической документации.

Влияние производственных факторов на качество выпускаемой продукции

При изготовлении составных частей энергетического оборудования тепловых электростанций на их качество и надежность оказывают влияние многие факторы. Среди них важное место занимают следующие: используемые материалы, технологические процессы, качество выполняемой работы, условия хранения заготовок и комплектующих элементов, межцеховое транспортирование, обеспечение рабочих мест необходимой документацией, оснасткой и инструментом. Перечень факторов довольно большой, и, следовательно, необходимы направленные методы на создание качественной продукции [3, 4].

Для обеспечения хорошего качества и надежности составных частей используют два метода. Первый заключается в тщательной разработке технологии, второй — в тщательном контроле изготовленной продукции. Хорошо отработанная технология не позволяет допускать брак при изготовлении деталей, а также в процессе сборки узлов и механизмов. Контроль качества продукции осуществляют на различных стадиях производственного цикла, т. е. проводят как пооперационный контроль, так и контроль готовой продукции. Наиболее приемлемым контролем качества является пооперационный контроль, так как этот метод является, с одной стороны, наиболее экономичным, а с другой стороны, — и более надежным. Лучше всего проверять качество изготовления составной части во время самого процесса изготовления, чем вносить исправления после того, как составная часть изготовлена [5, 6].

Задача контроля качества составных частей состоит в обеспечении его работы хорошего качества независимо от того, чем оно было обусловлено — хорошей технологией или эффективным контролем.

Важные факторы, влияющие на надежность составной части, — применяемые материалы, их хранение и транспортировка. Неправильное хранение материалов также вызывает их порчу и соответственно снижает надежность изделия. Неправильное транспортирование деталей и узлов при межцеховой обработке приводит к их повреждению, что отрицательно сказывается

на надежности головного образца в целом.

В процессе монтажа нового изделия на объекте, эксплуатации, в период капитальных ремонтов особое значение для качества изготовления имеют условия, создаваемые на рабочем месте (ремонтных цехах). Некачественная техническая документация (например, чертежи) или плохое освещение на рабочем месте являются причиной изготовления бракованных деталей. Отсутствие оснастки или непроверенный по эталону мерительный инструмент также влияют на качество выпускаемой продукции.

Номенклатура показателей качества продукции, влияние показателей технологичности на надежность головного образца

В общем виде качество выпускаемой продукции можно оценивать десятью показателями. К ним относятся показатели назначения, которые определяют основные функции продукции, обуславливающие область ее применения. В свою очередь, показатели назначения подразделяют на классификационные, функциональной и технической эффективности, конструктивные, состава и структуры. К классификационным показателям можно, например, отнести мощность двигателя, предел прочности металла, грузоподъемность транспортного средства, коэффициент усиления радиопередатчика и т. д. [3]

В качестве показателей функциональной и технической эффективности могут быть использованы производительность технического устройства, точность показания прибора и т. п. Конструктивные показатели определяют удобство монтажа, взаимозаменяемость, габаритно-массовые характеристики и т. д., показатели состава и структуры — процентное содержание, например, вредных включений в составе высококачественной марки стали или твердых, жидких и газообразных компонентов в топливе [7, 8].

К показателям надежности относят показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и комплексные показатели.

Эргономические показатели определяют систему взаимодействия "человек – изделие". Эти показатели характеризуют работоспособность человека при воздействии на него на рабочем месте температуры, влажности, освещенности, магнитного и электрического полей, запыленности, излучения, токсичности, шума, вибрации, перегрузок и т. д.

Эстетические показатели определяют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, стабильность товарного вида, например, тщательность покрытий и отделки, четкость исполнения фирменных знаков и сопроводительной документации.

С помощью показателей технологичности оценивают оптимальность затрат материалов, денежных средств, трудовых и временных ресурсов при изготовлении изделий [9, 10].

Суммарная (общая) трудоемкость T составной части

характеризуется временем, затрачиваемым на изготовление одной составной части. Суммарная трудоемкость (в нормо- или машино-часах) выражается формулой (1):

$$T = \sum_{i=1}^k t_i, \quad (1)$$

где t_i — трудоемкость i -го вида работ (по участкам и цехам) в технологическом процессе изготовления составной части;

k — число отдельных видов работ (по участкам и цехам).

Составными частями суммарной трудоемкости составной части являются трудоемкости: удельная, сравнительная и относительная.

Удельную трудоемкость $t_{уд}$ (в нормо- или машино-часах) рассчитывают на единицу определяющего параметра B составной части данной группы по формуле (2):

$$t_{уд} = \frac{T}{B}. \quad (2)$$

Сравнительную трудоемкость определяют из отношения (3):

$$t_{сп} = \frac{T}{T_6}, \quad (3)$$

где T_6 — базовая трудоемкость по заданному показателю технологичности составной части.

Относительная трудоемкость определяет долю трудозатрат по определенному виду работ в суммарной (общей) трудоемкости и выражается формулой (4):

$$t_{от} = \frac{t_i}{T}, \quad (4)$$

где t_i — трудоемкость i -го вида работ.

Суммарную (общую) материалоемкость составной части находят по общей массе ее отдельных деталей, сборочных единиц, узлов и т. п. по формуле (5):

$$M = \sum_{i=1}^k m_i, \quad (5)$$

где m_i — материалоемкость i -й детали, сборочной единицы, узла и т. п.;

k — общее число деталей, сборочных единиц, узлов и т. п.

Удельную материалоемкость составной части рассчитывают на единицу определяющего параметра B составной части группы по формуле (6):

$$m_{уд} = \frac{m_i}{B}. \quad (6)$$

Сравнительная материалоемкость определяется выражением (7):

$$m_{сп} = \frac{M}{M_6}, \quad (7)$$

где M_6 — базовая материалоемкость для некоторой базовой составной части.

Относительная материалоемкость рассчитывается по формуле (8):

$$m_{от} = \frac{m_i}{M}. \quad (8)$$

Показателем технологичности конструкции является коэффициент использования материала для отдельных видов (типов, сортов, марок) материалов, определяется выражением (9):

$$K_{и.м.} = \frac{M_r}{M_0}, \quad (9)$$

где M_r — масса материала, затраченного на изготовление составной части;

M_0 — масса заготовок.

Суммарную (общую) себестоимость S обычно определяют по отраслевым методикам и инструкциям; в самом общем виде она включает в себя издержки на материал, заработную плату и косвенные расходы. Структурная себестоимость S_i определяет затраты по отдельным видам работ, выполняемым на отдельных линиях и участках или в цехах, входящих в технологический процесс изготовления данной составной части.

Удельная себестоимость продукции находится по формуле (10):

$$S_{уд} = \frac{S}{B}, \quad (10)$$

где S — общая (суммарная) себестоимость единицы продукции;

B — определяющий параметр продукции.

Сравнительная себестоимость продукции определяется выражением (11):

$$S_{сп} = \frac{S}{S_6}, \quad (11)$$

где S_6 — себестоимость базового образца продукции.

Относительная себестоимость продукции рассчитывается по формуле (12) и определяет долю себестоимости, например, по отдельным линиям, участкам и цехам в общей (суммарной) себестоимости:

$$S_{от} = \frac{S_i}{S}. \quad (12)$$

По показателям стандартизации и унификации оценивают насыщенность составной части стандартными, унифицированными и оригинальными деталями, сборочными единицами, механизмами. Для применения типовых методов расчета показателей качества данной группы детали, сборочные единицы, механизмы принято подразделять на стандартные, унифицированные и оригинальные. К стандартным деталям, сборочным единицам, механизмам относят такие, которые выпускают по государственным, республикан-

ским или отраслевым стандартам; к унифицированным — те, которые используются, по крайней мере, в двух различных составных частях, выпускаемых одним предприятием; к оригинальным — детали, сборочные единицы, механизмы, разработанные только для данной составной части. К показателям стандартизации и унификации относятся коэффициенты: применяемости, повторяемости, взаимной унификации для групп составных частей.

Коэффициент применяемости составных частей головного образца рассчитывается по формуле (13):

$$K_{\text{пр}} = \frac{n - n_0}{n}, \quad (13)$$

где n — общее число типоразмеров составных частей; n_0 — число типоразмеров оригинальных частей головного образца.

Коэффициент повторяемости составных частей головного образца определяется выражением (14):

$$K_{\text{п}} = \frac{N}{n} \cdot 100\%, \quad (14)$$

где N — общее число составных частей головного образца.

Коэффициент взаимной унификации для групп составных частей головного образца определяется формулой (15):

$$K_{\text{в.у}} = \left[\frac{\left(\sum_{i=1}^m n_i - z \right)}{\sum_{i=1}^m n_i} - n_{\text{max}} \right] \cdot 100\%, \quad (15)$$

где n_i — число типоразмеров составных частей в головном образце;

z — общее число неповторяемых типоразмеров составных частей, из которых состоит головной образец;

n_{max} — максимальное число типоразмеров составных частей головного образца;

m — общее число рассматриваемых составных частей в головном образце.

Коэффициент унификации для групп составных частей в головном образце рассчитывается по формуле (16):

$$K_{\text{у}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{\text{пр.}i} D_i C_i}{\sum_{i=1}^m D_i C_i}, \quad (16)$$

где $K_{\text{пр.}i}$ — коэффициент применяемости для i -й составной части головного образца;

D_i — годовая программа выпуска i -й составной части;

C_i — оптовая цена i -й составной части.

При определении показателей унификации исключают из расчета крепежные детали (болты, винты, шурупы), пробки, заглушки.

Показатели транспортабельности характеризуют

приспособленность продукции к транспортированию железнодорожным, воздушным, водным или автомобильным транспортом. Показатели транспортабельности в зависимости от вида транспортного средства определяются соответствующими затратами на перевозку и относятся к единице продукции или к какой-либо определенной группе единиц продукции. К показателям транспортабельности относят среднюю стоимость типовых операций при упаковке продукции данного вида в определенную тару, среднюю стоимость перевозки единицы продукции на единицу пути (например, на 1 км) конкретным видом транспорта, среднюю продолжительность погрузки или разгрузки одной партии определенной численности продукции данного вида.

Патентно-правовые показатели определяют патентную защиту и патентную чистоту продукции, они характеризуют конкурентоспособность продукции на мировом рынке.

Экологические показатели определяют уровень вредных воздействий на окружающую среду при производстве, эксплуатации и потреблении продукции. К экологическим показателям относят количество вредных компонентов (газа, жидкости, различных излучений и т. д.), выбрасываемых в окружающую среду в процессе производства, эксплуатации и использования. Нормы на экологические показатели определяются стандартами и правилами международных организаций, занимающихся вопросами экологии окружающей среды.

Продукция, которая не отвечает принятым нормам по охране окружающей среды, подлежит снятию с производства.

Показатели безопасности определяют способность продукции обуславливать безопасность человека при ее эксплуатации и потреблении.

К показателям безопасности относят: вероятность безопасной работы человека в течение определенного времени (например, времени срабатывания блокировочных и защитных устройств), электропрочность высоковольтных линий передач и т. д. Нормы и показатели безопасности определяются государственными стандартами по безопасности труда, нормами и правилами по технике безопасности, пожарной и радиационной безопасности, производственной санитарии и т. д.

Экономические показатели представляют собой группу показателей, определяющих затраты на разработку, производство и эксплуатацию некоторой составной части или группы составных частей. К ним относятся материальные и временные затраты. Экономический эффект определяется стоимостью затрат на производство и эксплуатацию составной части (или группы составных частей) за определенный срок.

Рассмотренные показатели качества продукции могут быть определены различными методами — измерительными, регистрационными, органолептическими, расчетными, экспертными, социологическими и статистическими [1].

Измерительный метод основан на непосредствен-

ном измерении показателя качества с помощью измерительных приборов (например, датчиков давления, скорости, расхода топлива и т. п.).

Регистрационный метод заключается в использовании информации о подсчете конкретных событий, чисел, предметов, затрат каких-либо ресурсов (денежных, трудовых, временных и материальных) и т. д. В качестве примера можно привести подсчет числа дефектных изделий в партии или успешных испытаний в серии опытов.

В органолептическом методе используют информацию о качестве продукции, получаемую органами чувств человека (зрением, слухом, обонянием, осязанием, вкусом).

Расчетный метод определения показателей качества является самым распространенным, и с его помощью рассчитывают показатели качества групп функционального назначения, надежности и др.

Экспертный метод используют при определении эстетических и эргономических показателей, патентной чистоты. Для проведения этих работ создают экспертные группы из специалистов различных специальностей — конструкторов, технологов, дизайнеров и т. д.

Социологический метод определения показателей качества применяют при определении качества продукции потенциальными ее потребителями в результате формирования соответствующих мнений. Эти мнения формируют на основе устных вопросов или заполнением анкет на специальных конференциях и выставках.

Статистическим методом определяют показатели качества, которые имеют вероятностную природу (например, показатели надежности).

Выводы

Рассмотрены и представлены способы и методы обеспечения качества и надежности установочной партии составных частей головного образца энергетического оборудования тепловых электростанций. Определен объем приработочных испытаний для установочной партии составных частей и составных частей при серийном изготовлении. Показано влияние конкретных производственных факторов на качество выпускаемой продукции. Представлена номенклатура показателей качества продукции и их влияние на технологичность и надежность составной части.

Список использованных источников

1. Труханов В. М., Султанов М. М. Надежность энергетического оборудования тепловых электростанций. М.: ООО Издательский дом «Спектр» 2019; 375.
2. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ. М.: Эдиториал УРСС 2019; 584.
3. Труханов В. М., Султанов М. М., Кухтик М. П., Горбань Ю. А. Математическая модель прогнозирования отказов статистическим методом при испытаниях головных образцов энергетического

оборудования ТЭС. Надежность и безопасность энергетики 2018; 11(3): 235 – 240.

4. Гвоздев Е. В., Бутузов С. Ю., Сулима Т. Г., Арифджанов С. Б. Формализованная модель оценки надежности функционирования тепловых электрических станций. Пожаровзрывобезопасность 2019; 28(2): 47 – 56.

5. Ebeling C. E. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Long Grove: Waveland Press, Inc. 2019; 658.

6. Modarres M., Kaminskiy M. P., Krivtsov V. Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide. Boca Raton: CRC Press 2016; 522.

7. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice. Berlin, Heidelberg: Springer 2017; 651.

8. Grin' E. A., Chernyshev V. V., Bochkarev V. I. Topical Problems Associated with Reliability and Safety of Equipment at Thermal Power Stations. Thermal Engineering 2018; 65(8): 515 – 523.

9. Bhangu N. S., Pahuja G. L., Singh R. Enhancing reliability of thermal power plant by implementing RCM policy and developing reliability prediction model: a case study. International Journal of System Assurance Engineering and Management 2017; 8(2): 1923 – 1936.

10. Rimov A. A., Chukanova T. I., Trofimov Y. V. Practical application of the benchmarking technique to increase reliability and efficiency of power installations and main heat-mechanic equipment of thermal power plants. Thermal Engineering 2016; 63(14): 1040 – 1045.

References

1. Trukhanov V. M., Sultanov M. M. Reliability of power equipment of thermal-power plants. M.: LLC Spektr Publishing house 2019; 375. (In Russ.)
2. Gnedenko B. V., Belyaev Y. K., Solovjov A. D. Mathematical methods in reliability theory. Main characteristics of reliability and their statistical analysis. M.: Editorial URSS 2019; 584. (In Russ.)
3. Trukhanov V. M., Sultanov M. M., Kukhtik M. P., Gorban' Y. A. Mathematical model of failure prediction by statistical method at testing of prototypes of heat-power equipment. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki 2018; 11(3): 235 – 240. (In Russ.)
4. Gvozdev E. V., Butuzov S. Y., Sulima T. G., Arifjanov S. B. Formal model of evaluating the reliability of thermal power plants. Pozharovzryvobezopasnost' 2019; 28(2): 47 – 56. (In Russ.)
5. Ebeling C. E. An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. Long Grove: Waveland Press, Inc. 2019; 658. (In Eng.)
6. Modarres M., Kaminskiy M. P., Krivtsov V. Reliability Engineering and Risk Analysis: A Practical Guide. Boca Raton: CRC Press 2016; 522. (In Eng.)
7. Birolini A. Reliability Engineering: Theory and Practice. Berlin, Heidelberg: Springer 2017; 651. (In Eng.)
8. Grin' E. A., Chernyshev V. V., Bochkarev V. I. Topical Problems Associated with Reliability and Safety of Equipment at Thermal Power Stations. Thermal Engineering 2018; 65(8): 515 – 523. (In Eng.)
9. Bhangu N. S., Pahuja G. L., Singh R. Enhancing reliability of thermal power plant by implementing RCM policy and developing reliability prediction model: a case study. International Journal of System Assurance Engineering and Management 2017; 8(2): 1923 – 1936. (In Eng.)
10. Rimov A. A., Chukanova T. I., Trofimov Y. V. Practical application of the benchmarking technique to increase reliability and efficiency of power installations and main heat-mechanic equipment of thermal power plants. Thermal Engineering 2016; 63(14): 1040 – 1045. (In Eng.)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЯ, РАСЧЕТЫ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-97-104>
УДК 546.74:546.47:621.57

Использование низкотемпературных ВЭР с применением трансформаторов теплоты в цветной металлургии

Прищепова С. А.^{1*}, Султангузин И. А.¹, Алимгазин А. Ш.², Евсеенко И. В.³, Федюхин А. В.¹, Бартенев А. И.¹, Яворовский Ю. В.¹

¹ ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»

ул. Красноказарменная, 14, 111250, г. Москва, Россия

² Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева

ул. Сатпаева, 2, 010008, г. Нур-Султан Республика Казахстан

³ ООО «Промэнергоконсалтинг»

ул. Молдагуловой, 16, к. 1, 111395, г. Москва, Россия

Поступила / Received 05.04.2020

Принята к печати / Accepted for publication 10.06.2020

Рассматриваются концепции разработки эффективных и надежных схем использования сбросового тепла низкопотенциальных энергоресурсов в трансформаторах теплоты (ТТ). Приводятся примеры использования ТТ в нескольких производствах цветной металлургии России и Казахстана: производство никеля, цинка и ферросплавов. В случае с никелевым производством к рассмотрению предлагаются две схемы: для летнего и зимнего режимов. Основным объектом исследования является схема производства никеля с использованием абсорбционной бромисто-литиевой холодильной машины (АБХМ). В предлагаемой схеме для АБХМ основным источником утилизируемой низкопотенциальной сбросовой теплоты является обратная вода производства. Холод, полученный в АБХМ, необходим для технологического процесса. Произведен расчет основных параметров при различных экстремальных условиях, оценен энергетический эффект от модернизации схемы и подобран оборудование. Исследования показали целесообразность внедрения АБХМ в схемы с большим количеством сбросового тепла. Утилизация низкопотенциальной теплоты производства никеля с использованием теплонасосной установки (ТНУ) в зимний период позволяет получить тепловую энергию на подогрев воды тепловой сети и сырой воды на подпитку котельной ТЭЦ.

Другим примером использования ТТ является применение ТНУ на производстве цинка и ферросплавов. ТНУ предназначена для подогрева питательной воды перед химводоочисткой и одновременно "захолаживания" обратной воды, которая затем используется для электролиза, замещая покупную артезианскую воду. В зимний период произведенное в ТНУ тепло используется для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, что позволяет отказаться от услуг сторонней ТЭЦ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абсорбционная холодильная машина, вторичные энергоресурсы, низкопотенциальные энергоресурсы, теплонасосная установка, утилизация теплоты, энергетическая эффективность

Адрес для переписки:

Прищепова С. А.
ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», кафедра ПТС
ул. Красноказарменная, 17, 111250, г. Москва, Россия
e-mail: prischepova@gmail.com

Для цитирования:

Прищепова С. А., Султангузин И. А., Алимгазин А. Ш., Евсеенко И. В., Федюхин А. В., Бартенев А. И., Яворовский Ю. В. Использование низкотемпературных ВЭР с применением трансформаторов теплоты в цветной металлургии. Надежность и безопасность энергетики. 2020. – Т. 13, №2. – С. 97 – 104.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-97-104>

Address for correspondence:

Prishchepova S. A.
National Research University "Moscow Power Engineering Institute", Department of Industrial Heat Power Engineering Systems
Krasnokazarmennaya st., 17, 111250, Moscow, Russia
e-mail: prischepova@gmail.com

For citation:

Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A., Alimgazin A. Sh., Evseenko I. V., Fedyukhin A. V., Bartenev A. I., Yavorovsky Yu. V. [The use of low-temperature secondary energy resources using heat transformers in non-ferrous metallurgy]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 1, pp. 97 – 104. (in Russian)
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-97-104>

The use of low-temperature secondary energy resources using heat transformers in non-ferrous metallurgy

Prishchepova S. A.^{1*}, Sultanguzin I. A.¹, Alimgazin A. Sh.², Evseenko I. V.³, Fedyukhin A.V.¹, Bartenev A. I.¹, Yavorovsky Yu. V.¹

¹ National Research University "Moscow Power Engineering Institute"
Krasnokazarmennaya st., 14, 111250, Moscow, Russia

² L. N. Gumilyov Eurasian National University
Satpaev st., 2, 010008, Nur-Sultan, Republic Kazakhstan

³ LLC "Promenergoconsulting"
Moldagulovoy st. 16/1, 111395, Moscow, Russia

The concepts of developing efficient and reliable schemes for the use of waste heat of low-potential energy resources in heat transformers (HT) are considered. Examples of using HT in several non-ferrous metallurgy plants in Russia and Kazakhstan are given: the production of nickel, zinc and ferroalloys. In the case of nickel production, two schemes are proposed for consideration: for summer and winter modes. The main object of study is a nickel production scheme using a lithium bromide absorption chiller (AbCh). Recycled water is the main source of utilized low-grade waste heat for AbCh. The cold obtained in AbCh is necessary for the technological process. The basic parameters were calculated under various extreme conditions, the energy effect of the modernization of the circuit was estimated, and equipment was selected. Studies have shown the feasibility of introducing AbCh into circuits with a large amount of waste heat. Low-grade heat utilization of nickel production using heat pump unit (HPU) in winter allows to obtain heat energy for heating water from the heating network and raw water for feeding the boiler house of a thermal power plant.

Another example of HT use is a heat pump unit (HPU) in the production of zinc and ferroalloys. HPU is designed to heat feed water before chemical water purification and at the same time "cool down" the circulating water, which is then used on a series of electrolysis, replacing purchased artesian water. In winter, the heat produced at HPU is used for heating, ventilation and hot water supply, which allows to dispense with the services of a third-party thermal power plant.

KEYWORDS: absorption chiller, secondary energy resources, low-potential energy resources, heat pump unit, heat recovery, energy efficiency

С годами проблема повышения энергетической эффективности путем использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) становится более актуальной и приобретает мировое значение. Это обусловлено уменьшением количества органического топлива, его удорожанием на мировом рынке и обострением экологических проблем. Ограничение использования ВЭР приводит к тепловому загрязнению окружающей среды. Особое внимание следует уделять крупным отраслям, например, цветной металлургии, где имеется большое количество избыточного тепла в виде промышленных стоков или оборотных циклов. Данный избыток теплоты может использоваться в ТТ для выработки холода или тепла с более высоким потенциалом [1, 2]. Теплота промышленных сточных вод или оборотных циклов может быть трансформирована в тепло горячей воды, пригодной для нужд горячего водоснабжения (ГВС), отопления или вентиляции предприятия или близ находящихся населенных пунктов [3 – 5]. Преобразование сбросовой теплоты в холод стало возможным с появлением абсорбционных холодильных машин. Полученный холод может использоваться, как в технологических процессах предприятия, так и для нужд кондиционирования зданий.

Рассматривается модернизированная технология производства никеля в России, которая требует постоянного поддержания температурного уровня оборотной воды на входе в производство не более 20°C в

зимний и летний периоды. Также приводится пример успешного внедрения ТТУ при производстве цинка и рассматриваются перспективы их применения на заводе ферросплавов в Республике Казахстан.

Использование ТТ в цехе для производства никеля

В качестве исходных данных для проработки технических решений по использованию ВЭР, образующихся при производстве, рассмотрены теплотехнические показатели нового производства никеля, включающего производство кобальта, утилизацию солевых стоков и переработку остатка хлорного растворения.

Ниже приведен вариант расчета для утилизации избыточного количества реакционного тепла трубчатых печей установки производства никеля (УПН). В соответствии с технологией требуется охлаждение 400 м³/ч с 85 до 20°C.

Наиболее ответственным является не только использование ВЭР, но и обеспечение устойчивого технологического процесса с охлаждением теплоносителя до заданных температур, как в зимний, так и летний периоды.

Способы утилизации тепла

На рисунке 1 представлена совокупная схема утилизации теплоты для летних и зимних режимов.

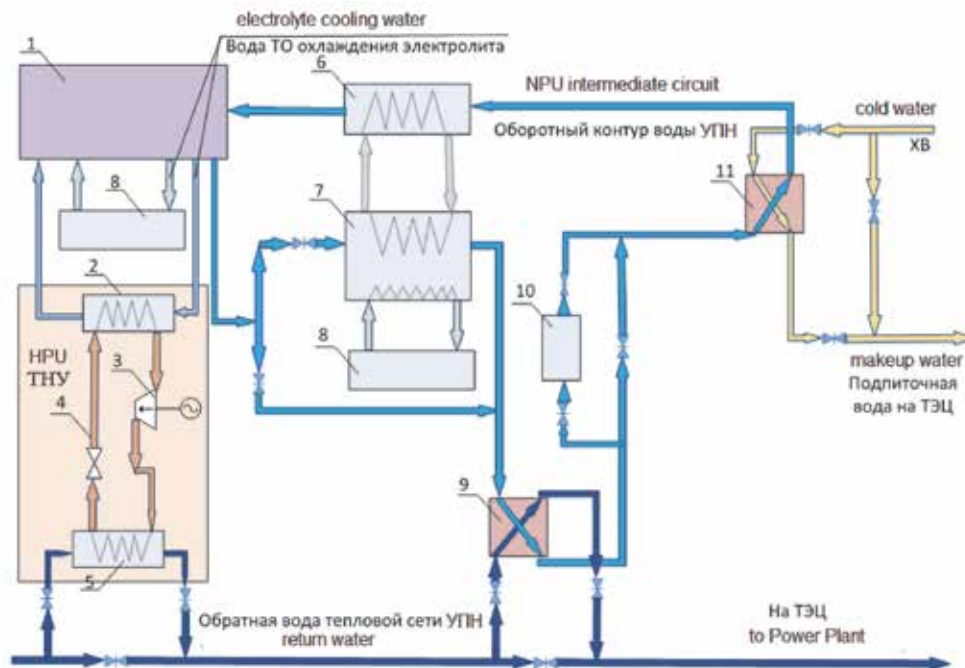


Рисунок 1. Совокупная схема варианта утилизации теплоты. 1 — установка производства никеля (УПН); 2 — испаритель теплового насоса; 3 — компрессор теплового насоса; 4 — дроссель; 5 — конденсатор теплового насоса; 6 — водо-водяной теплообменник АБХМ; 7 — АБХМ; 8 — градирни; 9 — водо-водяной теплообменник для подогрева обратной воды; 10 — комплекс сухих градирен; 11 — водо-водяной теплообменник подогрева подпиточной воды ТЭЦ

Figure 1. The general scheme of heat recovery. 1 — installation of nickel production (INP); 2 — heat pump evaporator; 3 — heat pump compressor; 4 — throttle; 5 — heat pump capacitor; 6 — water-water heat exchanger of AbCh; 7 — AbCh; 8 — cooling towers; 9 — water-to-water heat exchanger for return water heating; 10 — a complex of dry cooling towers; 11 — water-to-water heat exchanger for thermal power station make-up water heating

Предлагается рассмотреть два способа утилизации тепла ВЭР:

- с охлаждением до 20°C с помощью АБХМ [6] в летний период возврата воды после утилизации реакционного тепла УПН на подогрев обратной воды тепловой сети в цех электролиза никеля и холодной воды подпитки котельной ТЭЦ. Вода охлаждения электролита летом охлаждается от оборотного цикла с градирней, так как это тепло невозможно использовать.
- в зимний период необходимо использовать тепловые насосы от теплообменников охлаждения электролита на подогрев обратной воды тепловой сети в цех электролиза никеля и холодной воды подпитки котельной ТЭЦ. Это обусловлено тем, что зимой вполне достаточно охлаждения оборотного контура воды УПН в теплообменниках 9 и 11 и не требуется дополнительного холода от АБХМ (рисунок 1).

Утилизация ВЭР УПН в АБХМ в летний период

Модернизированная технология производства никеля требует постоянного поддержания температурного уровня оборотной воды цеха электролиза никеля на входе не более 20°C. В соответствии с этим, а также для утилизации тепла выходящей оборотной воды, предлагается использовать АБХМ.

Выбор АБХМ обусловлен следующими преимуще-

ствами в сравнении с компрессионными холодильными машинами:

- Минимальное потребление электроэнергии. Электроэнергия требуется для работы насосов и автоматики.
- Минимальный уровень шума.
- Экологически безопасные. Хладагентом является обычная вода [7].
- Утилизируют тепловую энергию сбрасываемой горячей воды, дымовых газов или производственных процессов.
- Длительный срок службы (не менее 20 лет).
- Полная автоматизация.
- Пожаро- и взрывобезопасность.

Принцип работы схемы следующий: поток нагретой в процессе производства (1) до температуры $t_{ц1} = 84-85^\circ\text{C}$ воды направляется для использования в качестве греющей воды в контур абсорбционной холодильной машины (3), где охлаждается на $\Delta t_{трв} = 10-11^\circ\text{C}$, далее поступает в теплообменник (5) для подогрева обратной воды, после чего дополнительно охлаждается в теплообменнике подогрева подпиточной воды (7), выходит из него с температурой $t_{ц4} = 25-27^\circ\text{C}$ и дополнительно охлаждается в теплообменнике (2) до температуры $t_{ц5} = 19,5-20^\circ\text{C}$, после чего возвращается в УПН (рисунок 2).

Для обеспечения необходимого температурного уровня оборотной воды цеха электролиза никеля в

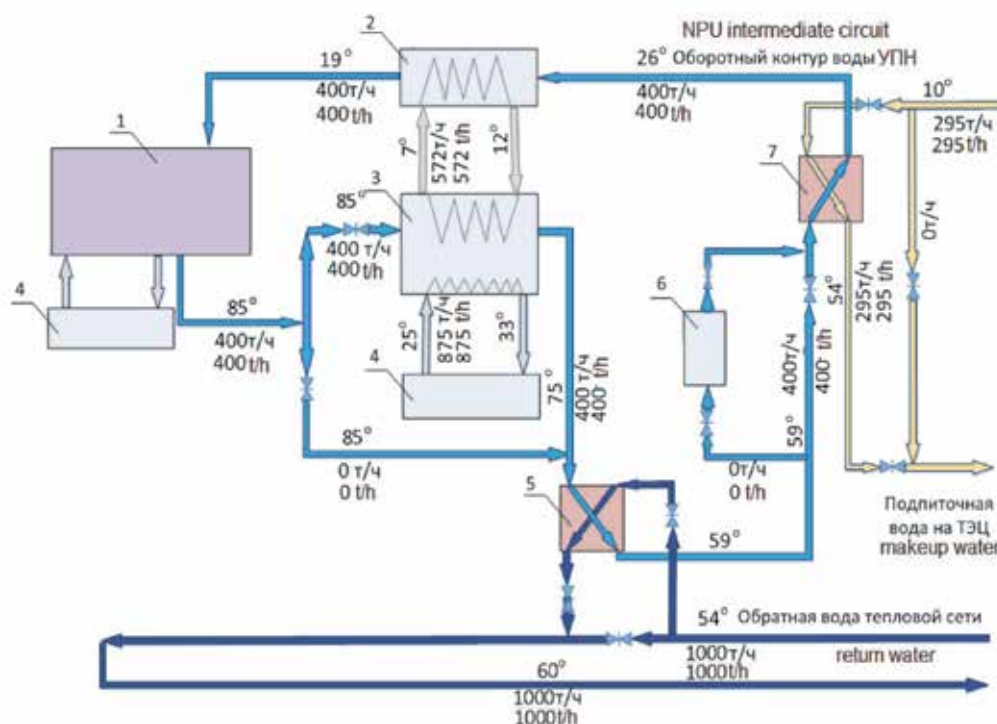


Рисунок 2. Принципиальная схема водяного контура УПН с параметрами подпиточной воды $G_{пв} = 295 \text{ т/ч}$, $t_{пв} = 10^\circ\text{C}$. 1 — установка производства никеля (УПН); 2 — водо-водяной теплообменник АБХМ; 3 — АБХМ; 4 — градирни; 5 — водо-водяной теплообменник для подогрева обратной воды; 6 — комплекс сухих градирен; 7 — водо-водяной теплообменник подогрева подпиточной воды ТЭЦ

Figure 2. Schematic diagram of the nickel production installation water circuit with make-up water parameters $G_{mw} = 295 \text{ т/ч}$, $t_{mw} = 10^\circ\text{C}$. 1 — nickel production installation (NPI); 2 — water-water heat exchanger of AbCh; 3 — AbCh; 4 — cooling towers; 5 — water-to-water heat exchanger for return water heating; 6 — a complex of dry cooling towers; 7 — water-to-water heat exchanger for thermal power station make-up water heating

экстремальных условиях предусмотрен комплекс сухих градирен (6). В этих случаях часть потока оборотной воды отбирается из основного коллектора и охлаждается в сухих градирнях, после чего смешивается с основным потоком.

В рамках разработки и моделирования схемных решений были рассмотрены три критических точки с различными показателями температур ($t_{пв}$) и расходов ($G_{пв}$) подпиточной холодной воды, расходуемой ТЭЦ:

- $G_{пв} = 250 \text{ т/ч}$, $t_{пв} = 10^\circ\text{C}$;
- $G_{пв} = 295 \text{ т/ч}$, $t_{пв} = 10^\circ\text{C}$, расход принят средним по часовым показаниям за самый теплый день лета, температура воды принята также с запасом $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ (рисунок 2);
- $G_{пв} = 295 \text{ т/ч}$, $t_{пв} = 15^\circ\text{C}$.

Для моделирования были приняты следующие условия:

- Температура наружного воздуха 20°C , давление — 760 мм. рт. ст.;
- Температура оборотной воды на входе в УПН не превышает 20°C ;
- Расход охлаждаемой воды принят пропорционально показателям холодильной машины АБХМ-Вн-10 производства ОАО «Теплосибмаш», температурный уровень охлаждающей воды – $7/12^\circ\text{C}$;
- Расход охлаждающей воды вычислялся программно из условия поддержания температурного уровня

$25/33^\circ\text{C}$;

– Для экстренных ситуаций предусмотрено охлаждение в сухих градирнях до 35% потока после теплообменника 5 подогрева обратной воды;

– Для выравнивания колебания расходов подпиточной воды предусматривается бак-аккумулятор нагретой воды после теплообменника.

Компьютерное моделирование новой схемы производства никеля проводилось в программной среде Thermoflex (рисунок 3). Thermoflex представляет собой модульную программу с графическим интерфейсом. Пользователь может создать модель любой станции с помощью более ста семидесяти пяти символьных изображений, содержащихся в ее базе данных. Возможно также моделировать практически любые типы современных установок и теплоисточников совместно с тепловыми сетями [8–9].

Расчетное моделирование показало достаточность данного исполнения схем для поддержания технологических нужд и оптимальность использования потенциала оборотной воды производства.

Основные характеристики смоделированной холодильной машины представлены в таблице 1.

Остальные показатели температур и расходов схемного решения см. рисунок 2.

Утилизация сбросового тепла в АБХМ не только снижает расход первичного топлива, но и тепловое за-

Таблица 1. Теплотехнические показатели ограждений здания
Table 1. Thermal indexes of building enclosures

Параметр Parameter	Характеристики Characteristics
Расход греющей воды, м ³ /ч heating water flow, m ³ /h	400
Расход охлаждаемой воды, м ³ /ч cooled water flow, m ³ /h	572
Расход охлаждающей воды, м ³ /ч cooling water flow, m ³ /h	874
Температура охлаждаемой воды cooled water temperature	12/7°C
Температура охлаждающей воды cooling water temperature	25/33°C
Температура греющей воды heating water temperature	85/74°C

грязнение окружающей среды. Для АБХМ в качестве источника тепловой энергии используется вода промежуточного контура утилизации реакционного тепла УПН с температурой 85°C и расходом до 400 м³/ч.

В АБХМ греющая вода охлаждается с 85°C до 74,47°C.

Расход тепловой энергии с греющей водой в АБХМ составляет 4,9 МВт. Далее она поступает на теплообменник нагрева обратной воды тепловой сети УПН с 54°C до 60°C с расходом 1000 м³/ч, который характерен для зимних режимов. Греющая вода в теплообменнике нагрева воды теплосети УПН охлаждается с 74,47°C до 59°C. Тепловая нагрузка этого теплообменника составляет 7,2 МВт.

Далее она поступает на теплообменник нагрева сырой воды на подпитку котельной ТЭЦ, где охлаждается с 59°C до 26,17°C. Сырая вода при этом нагревается с 10°C до 54,12°C. Тепловая нагрузка этого теплообменника составляет 15,3 МВт.

В АБХМ вода с температурой 26,17°C охлаждается до 19,13°C за счет охлажденной воды, которая нагревается с 7°C до 12°C. После чего вода с расходом 400 м³/ч и температурой 19,1°C возвращается в промежуточный контур утилизации реакционного тепла УПН.

Таким образом, в качестве полезной тепловой энергии при утилизации реакционного тепла УПН получаем 27,4 МВт и в качестве холода на АБХМ – 3,3 МВт. Исходя из полученных результатов расчета, в качестве варианта может быть рассмотрена установка двух

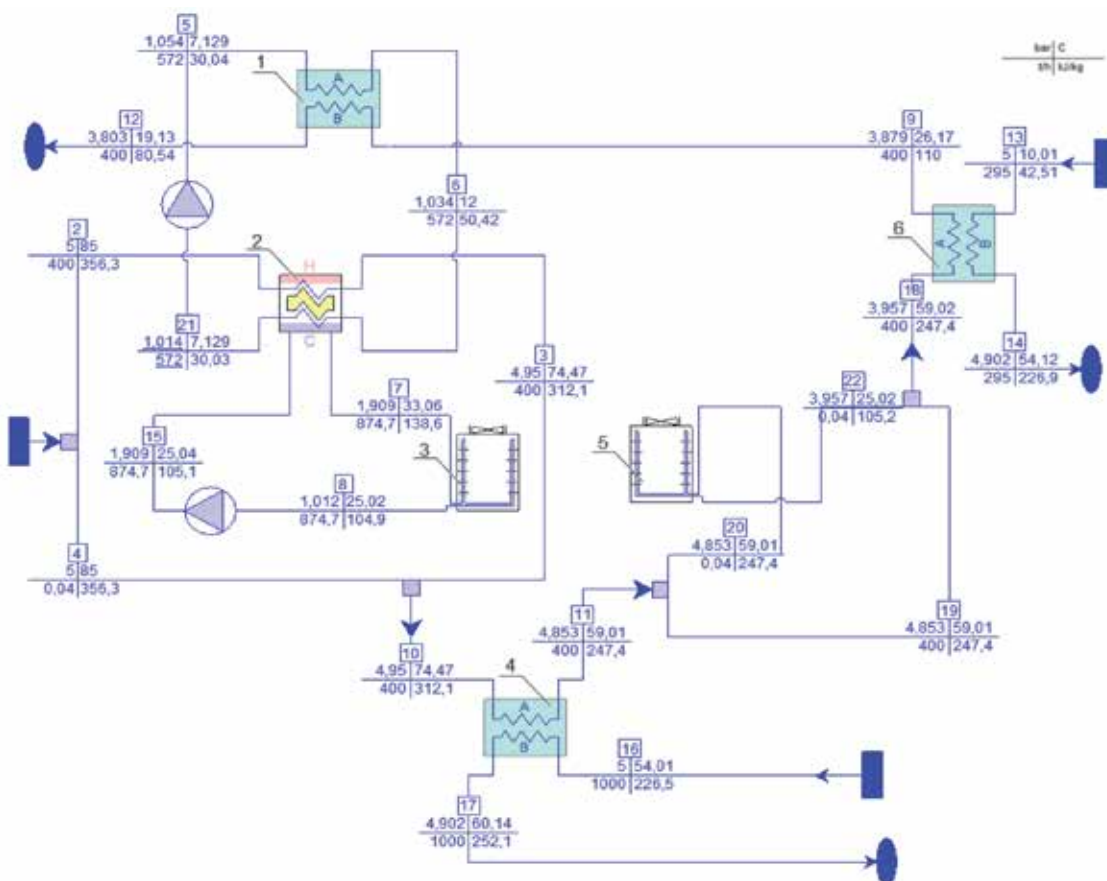


Рисунок 3. Расчет схемы водяного контура УПН с параметрами подпиточной воды $G_{\text{пв}} = 295 \text{ т/ч}$, $t_{\text{пв}} = 10^\circ\text{C}$ в THERMOFLEX. 1 — водо-водяной теплообменник АБХМ; 2 — АБХМ; 3 — градирни; 4 — водо-водяной теплообменник для подогрева обратной воды; 5 — комплекс сухих градирен; 6 — водо-водяной теплообменник подогрева подпиточной воды ТЭЦ

Figure 3. Calculation of the NPI water circuit diagram with make-up water parameters $G_{\text{mw}} = 295 \text{ t/h}$, $t_{\text{mw}} = 10^\circ\text{C}$ in THERMOFLEX. 1 — water-water heat exchanger of AbCh; 2 — AbCh; 3 — cooling towers; 4 — water-to-water heat exchanger for return water heating; 5 — a complex of dry cooling towers; 6 — water-to-water heat exchanger for thermal power station make-up water heating

АБХМ-2000Вн производства ОАО «Теплосибмаш» с суммарной холодопроизводительностью 3600 кВт.

Для АБХМ необходим также контур охлаждающей воды с параметрами охлаждения с 33°C до 25°C. В качестве контура охлаждения может использоваться система оборотного водоснабжения завода или собственная локальная малоразмерная градирня.

Утилизация ВЭР УПН с помощью ТН в зимний период

На рисунке 4 представлена схема утилизации низкопотенциальной теплоты с использованием теплового насоса от теплообменников охлаждения электролита на подогрев обратной воды тепловой сети в УПН в зимний период при температуре наружного воздуха –15°C [10, 11].

Применение теплового насоса позволяет снизить температуру воды при расходе 550 т/ч с теплообменника охлаждения электролита с 50°C до 40°C.

Мощность компрессора парокомпрессионной ТНУ составляет 1017 кВт при степени сжатия 2,2. Коэффициент трансформации тепла COP (coefficient of performance) получается достаточно высоким:

$$COP = \frac{Q_T}{N_K} = \frac{7226 \text{ кВт}}{1017 \text{ кВт}} = 7,11$$

Тепловой насос позволяет произвести тепловой энергии на нагрев воды тепловой сети УПН $Q_T = 7226$ кВт.

В качестве полезной тепловой энергии при утилизации реакционного тепла УПН на подогрев воды тепловой сети и сырой воды на подпитку котельной ТЭЦ получаем 37,2 МВт.

Применение ТТ при производстве цинка

В настоящее время применение ТНУ в России и странах СНГ только начинает становиться популярным. Так, в Республике Казахстан примером использования ТНУ является тепловой насос НТ-3000 мощностью 3 МВт на АО «Казцинк» (г. Усть-Каменогорск). ТНУ предназначена для подогрева питательной воды перед химводоочисткой с + 8°C до + 40°C и одновременного "захолаживания" оборотной воды, которая затем используется при электролизе. Охлаждение оборотной воды позволяет заместить покупную артезианскую воду и тем самым сократить материальные затраты производства.

В таблице 2 приведены результаты внедрения теплового насоса НТ-3000.

На рисунках 5а и 5б представлен внешний вид НТ-3000. Изготовитель — ЗАО «Энергия» (г. Новосибирск).

Позднее в целях утилизации низкопотенциальной теплоты оборотных вод всего предприятия АО «Казцинк» был согласован проект теплонасосной станции мощностью 30 МВт. С помощью этого проекта появляется возможность полностью утилизировать тепло оборотной воды (29,8 МВт) и использовать это тепло в зимний период для нужд отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, что позволит отказаться от услуг сторонней ТЭЦ [10].

В Республике Казахстан в 2018–2020 гг. проводятся НИР по оценке возможностей применения ТНУ на Аксуском заводе ферросплавов (АЗФ) — филиале АО "ТНК "Казхром" с использованием альтернативных источников энергии на различных объектах предприятия [12].

Проведены исследования перспектив применения ТНУ в тепловой схеме плавильного цеха №4 с исполь-

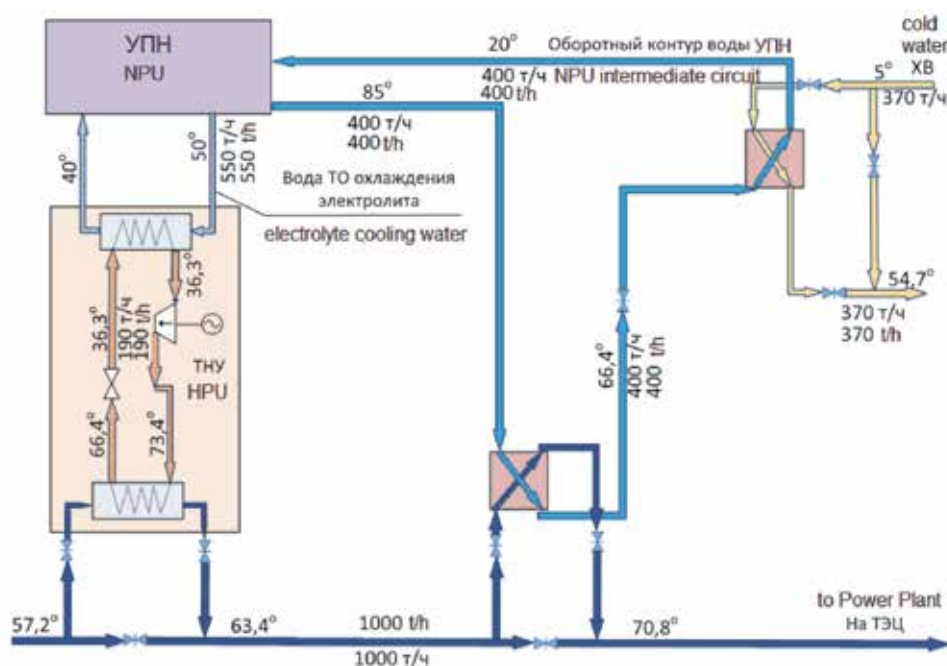


Рисунок 4. Схема утилизации низкопотенциальной теплоты с использованием теплового насоса в зимний период при температуре наружного воздуха –15°C

Figure 4. Scheme of low-grade heat utilization using a heat pump in winter at an outdoor temperature of –15°C



Рисунок 5а и б. Промышленный тепловой насос НТ-3000 на АО «Казцинк»

Figures 5a and b. The first industrial NT-3000 heat pump at Kazzinc JSC in the Republic of Kazakhstan

Таблица 2. Результаты внедрения теплового насоса НТ-3000

Table 2. the results of the heat pump NT – 3000 adoption

Показатель Index	Значение Value
К-т трансформации Coefficient of performance	6,8
«Захлаживание» оборотной воды Recycled water cooling	7,7 °C
с/ст тепловой энергии на ТНУ Cost of thermal energy at HPU	198 тенге/Гкал (tenge / Gcal)
с/ст холода Cost of cold	440 тенге/Гкал (tenge / Gcal)
Кап. Затраты на установку, в т.ч. Capital Costs, including:	27,63 млн.тенге (million tenge)
Стоимость ТНУ Cost of HPU	24,9 млн.тенге (million tenge)
Суммарная выработка тепла и холода за 1999 – 2004 гг. в денежном эквиваленте Total heat and cold production for 1999 – 2004 in cash	57,2 млн.тенге (million tenge)
Стоимость ЭЭ на привод компрессора Cost of electricity to drive the compressor	4,55 млн.тенге (million tenge)
Примерный простой срок окупаемости Estimated simple payback period	Около 2 лет About 2 years

зованием в качестве источника низкопотенциальной теплоты воды из системы оборотного водоснабжения (СОВ) — градирни предприятия с температурой до +35°C, направляемой на испарители ТНУ.

При применении ТНУ в результате использования сбросной теплоты СОВ цеха №4 АЗФ (от 4 000 до 6 000 м³/час), идущей на охлаждение в градирни предприятия, все утилизируемое тепло может быть направлено на теплоснабжение различных объектов цеха. При реализации данного проекта планируется покрытие суммарной тепловой нагрузки (отопление + горячее водоснабжение) цеха №4 предприятия 2,01 МВт.

В соответствии с исходными данными по объекту, представленными специалистами АЗФ, проведен

Таблица 3. Сравнение годовых эксплуатационных затрат на выработку тепловой энергии плавильного цеха №4 АЗФ от различных теплоисточников

Table 3. Comparison of annual operating thermal energy generation costs of the AFP smelting shop №4 from various heat sources

Название теплоисточника Heat source	Стоимость годовых эксплуатационных затрат, Эгод.экс, млн. тенге* Annual operating costs, million tenge*	Стоимость 1 Гкал/час, тенге/ Гкал (с НДС) Cost 1 Gcal/ hour Tenge/Gcal (including VAT)
Теплоснабжение цеха №4 от районной отопительной котельной (РОК-2) АЗФ Heat supply of workshop №4 from the district heat- ing plant (ROK-2) of the AFP	50,928	2 500
Теплонасосная котельная Heat pump boiler room	8,116	490

*) Данные приведены на период лето 2019 г., курс валюты равен — 1\$ = 381 тенге

*) The data are for the period summer 2019, the exchange rate is — 1\$ = 381 tenge

укрупненный расчет эффективности применения ТНУ для теплоснабжения объектов в цехе №4 (см. таблицу 3), из которого следует, что годовой экономический эффект (Эгод.экс) от применения ТНУ в цехе составит 42,812 млн. тенге, срок окупаемости предлагаемого проекта равен 3,53 года [12].

Выводы

Рассмотрены примеры использования ТТ на промышленных предприятиях.

Схема утилизации низкопотенциальной теплоты с использованием АБХМ в летний период позволяет получить в качестве полезной тепловой энергии 27,4 МВт. Источником тепловой энергии для АБХМ является вода промежуточного контура утилизации реакционного

тепла УПН с температурой 85°C и расходом до 400 м³/ч. Расчеты показывают, что АБХМ сможет производить холод в количестве 3,3 МВт с параметрами охлаждения охлаждаемой воды с 12°C до 7°C.

Утилизация низкопотенциальной теплоты УПН с использованием ТНУ тепловой мощностью 7,2 МВт в зимний период позволяет получить до 30 МВт полезной тепловой энергии на подогрев воды тепловой сети и сырой воды на подпитку.

Теплонасосная станция на АО «Казцинк» обеспечивает потребности предприятия в тепловой энергии и сокращает материальные затраты на покупку артезианской воды. Более масштабный проект станции на 30 МВт позволяет производству полностью отказаться от услуг сторонней ТЭЦ.

Список использованных источников

1. Прищепова С. А., Султангузин И. А. Применение абсорбционных холодильных машин в летний период для охлаждения дома с использованием излишков теплоты солнечных коллекторов: Труды восьмой Международной школы-семинара молодых ученых и специалистов «Энергосбережение – теория и практика». М.: Издательский дом МЭИ 2016; 411 – 414.
2. Zhiqiang L., Nan X., Sheng Y. Thermodynamic and parametric analysis of a coupled LiBr/H₂O absorption chiller / Kalina cycle for cascade utilization of low-grade waste heat. *Energy Conversion and Management* 2020; 205(112370).
3. Peizhe C., Mengxiao Y., Zhiqiang L., Zhaoyou Zh., Sheng Y. Energy, exergy, and economic (3E) analyses and multi-objective optimization of a cascade absorption refrigeration system for low-grade waste heat recovery. *Energy Conversion and Management* 2019; 184: 249 – 261.
4. Sheng Y., Yu Q., Yifan W., Siyu Y. A novel cascade absorption heat transformer process using low grade waste heat and its application to coal to synthetic natural gas 2017; 202: 42 – 52.
5. Khosrow E., Gerard F. J., Amy S. F. Thermo-economic analysis of steady state waste heat recovery in data centers using absorption refrigeration. *Applied Energy* 2015; 139: 384 – 397.
6. Прищепова С. А., Султангузин И. А. Повышение энергетической эффективности предприятия на примере применения АБХМ в горно-металлургической промышленности: Радиоэлектроника, электротехника и энергетика. М.: Издательский дом МЭИ 2016; 2: 356.
7. Keppler D. Absorption chillers as a contribution to a climate-friendly refrigeration supply regime: Factors of influence on their further diffusion. *Journal of Cleaner Production* 2018; 172: 1535 – 1544.
8. Федюхин А. В., Султангузин И. А., Курзанов С. Ю., Белов Р. Б., Бакулин А. В., Шомова Т. П. Применение прикладных программных средств для решения задач промышленной теплоэнергетики: учебное пособие. М.: Издательство МЭИ 2016; 88.
9. THERMOFLEX. Fully Flexible Heat Balance Engineering Software. THERMOFLEX User's Manual. Thermoflow, Inc 2013; 3: 1139.
10. Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г., Бахтияров А. Е. Анализ перспектив применения теплонасосных технологий на металлургических предприятиях Республики Казахстан. Сборник трудов «VIII Международной научно-практической конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности. 100 лет отечественного проектирования металлургических печей» 2016; 238 – 250.
11. Султангузин И. А., Шомова Т. П., Шомов П. А., Достовалов В. А.

Применение тепловых насосов на газоперерабатывающих предприятиях. Тезисы докладов и сообщений XV Минского международного форума по тепло- и массообмену 2016; 3; 420 – 424.

12. Алимгазин А. Ш., Алимгазина С. Г. Перспективы применения энергосберегающих теплонасосных технологий с использованием альтернативных источников энергии на Аксуском заводе ферросплавов – филиале АО «ТНХ «Казхром». Вестник ПГУ им. С. Торайгырова, серия «Энергетика» 2019; (4): 35 – 38.

References

1. Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A. The use of absorption chillers for house cooling in the summer using the solar collectors excess heat: Proceedings of the eighth International School-Seminar for Young Scientists and Specialists "Energoberezhenie – teoriya i praktika". Moscow: Publishing House MPEI 2016; 411 – 414. (In Russ.)
2. Zhiqiang L., Nan X., Sheng Y. Thermodynamic and parametric analysis of a coupled LiBr / H₂O absorption chiller / Kalina cycle for cascade utilization of low-grade waste heat. *Energy Conversion and Management* 2020; 205 (112370).
3. Peizhe C., Mengxiao Y., Zhiqiang L., Zhaoyou Zh., Sheng Y. Energy, exergy, and economic (3E) analyses and multi-objective optimization of a cascade absorption refrigeration system for low-grade waste heat recovery. *Energy Conversion and Management* 2019; 184: 249 – 261.
4. Sheng Y., Yu Q., Yifan W., Siyu Y. A novel cascade absorption heat transformer process using low grade waste heat and its application to coal to synthetic natural gas. *Applied Energy* 2017; 202: 42 – 52.
5. Khosrow E., Gerard F. J., Amy S. F. Thermo-economic analysis of steady state waste heat recovery in data centers using absorption refrigeration. *Applied Energy* 2015; 139: 384 – 397.
6. Prishchepova S. A., Sultanguzin I. A. Example of energy efficiency improving of the enterprise using AbCh in mining and metallurgical industry: *Radioelektronika, elektrotehnika i energetika*. Moscow: Publishing House MPEI 2016; 2: 356. (In Russ.)
7. Keppler D. Absorption chillers as a contribution to a climate-friendly refrigeration supply regime: Factors of influence on their further diffusion. *Journal of Cleaner Production* 2018; 172: 1535 – 1544.
8. Fedyukhin A. V., Sultanguzin I. A., Kurzanov S. Yu., Belov RB, Bakulin A. V., Shomova T. P. The use of applied software to solve the problems of industrial heat power: a training manual. Moscow: MEI Publishing House 2016; 88. (In Russ.)
9. THERMOFLEX. Fully Flexible Heat Balance Engineering Software. THERMOFLEX User's Manual. Thermoflow, Inc: 2013; 3: 1139.
10. Alimgazin A. Sh., Alimgazina S. G., Bakhtiyarov A. E. Analysis of the prospects for the use of heat pump technologies at metallurgical enterprises of the Republic of Kazakhstan. Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference "Energoeffektivnye i resursosberegayushchie tekhnologii v promyshlennosti. 100 let otechestvennogo proektirovaniya metallurgicheskikh pechei " 2016; 238 – 250. (In Russ.)
11. Sultanguzin I. A., Shomova T. P., Shomov P. A., Dostovalov V. A. The use of heat pumps in gas processing plants. Abstracts and reports of the XV Minsk International Forum on Heat and Mass Transfer 2016; 3: 420 – 424. (In Russ.)
12. Alimgazin A. Sh., Alimgazina S. G. Prospects for the use of energy-saving heat pump technologies using alternative energy sources at the Aksu Ferroalloy Plant, a branch of Kazchrome TNK JSC. *Vestnik PGU im. S. Toraigyrova, seriya «Energetika»* 2019, (4): 35 – 38. (In Russ.)

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-105-109>

УДК 662.641

Энергетические свойства торфа, насыщенного нефтепродуктами

Дремичева Е. С.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
ул. Красносельская, 51, 420066, г. Казань, Россия

Поступила / Received 02.04.2020

Принята к печати / Accepted for publication 12.05.2020

Рассмотрены метод сорбции при помощи торфа для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и возможность энергетического использования насыщенного нефтепродуктами торфа. Приведены результаты оценки нефтеемкости торфа, в качестве нефтепродуктов были выбраны отработанное моторное масло и дизельное топливо. Обнаружено, что природный торф обладает сорбционными свойствами по отношению к нефтепродуктам. Нефтеемкость торфа наблюдается с первых минут контакта с моторным маслом и дизельным топливом и существенно зависит от их вязкости. Для оценки теплотехнических свойств торфа, насыщенного нефтепродуктами, были проведены экспериментальные исследования по определению влажности и зольности на рабочую массу. Показано, что сорбированные нефтепродукты увеличивают влажность и зольность торфа по сравнению с исходным образцом. Поэтому при энергетическом использовании необходима дополнительная сушка насыщенного нефтепродуктами торфа. Проведено моделирование величины низшей теплоты сгорания по значениям теплоты сгорания торфа и нефтепродуктов в различном соотношении содержания нефтепродукта в торфе и для насыщенного образца торфа. Полученные расчетные результаты сопоставлены с экспериментальными, проведенными в калориметрической бомбе, и пересчитаны для значений низшей теплоты сгорания. Получено удовлетворительное расхождение, которое составило около 12%. Рассмотрены направления сжигания насыщенного торфа в качестве топлива (моносжигание и совместное с твердым топливом), а также переработка его для получения товарного жидкого, газообразного и твердого топлив. Торф может быть использован для решения экологической проблемы ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов и как дополнительный ресурс при решении проблемы поиска доступного энергетического сырья.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: разливы нефти, торф, сорбция, энергетические свойства торфа, влажность, зольность, теплота сгорания

Адрес для переписки:

Дремичева Е. С.
ФГБОУ ВО «КГЭУ», кафедра ТВТ
ул. Красносельская, 51, 420066, г. Казань, Россия
e-mail: lenysha@mail.ru

Address for correspondence:

Dremicheva E. S.
Kazan state power engineering university, Department TVT
Krasnoselskaya str., 51, 420066, Kazan, Russia
e-mail: lenysha@mail.ru

Для цитирования:

Дремичева Е. С. Энергетические свойства торфа, насыщенного нефтепродуктами. Надежность и безопасность энергетики. 2020. – Т. 13, №2. – С. 105 – 109.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-105-109>

For citation:

Dremicheva E. S. [Energetic properties of peat saturated with petroleum products]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 2 pp. 105 – 109. (in Russian).
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-105-109>

Energetic properties of peat saturated with petroleum products

Dremicheva E. S.

Kazan state power engineering university
51 Krasnoselskaya str., 420066, Kazan, Russia

This paper presents a method of sorption using peat for elimination of emergency spills of crude oil and petroleum products and the possibility of energy use of oil-saturated peat. The results of assessment of the sorbent capacity of peat are presented, with waste motor oil and diesel fuel chosen as petroleum products. Natural peat has been found to possess sorption properties in relation to petroleum products. The sorbent capacity of peat can be observed from the first minutes of contact with motor oil and diesel fuel, and significantly depends on their viscosity. For the evaluation of thermal properties of peat saturated with petroleum products, experimental studies have been conducted on determination of moisture and ash content of as-fired fuel. It is shown that adsorbed oil increases the moisture and ash content of peat in comparison with the initial sample. Therefore, when intended for energy use, peat saturated with petroleum products is to be subjected to additional drying. Simulation of net calorific value has been performed based on the calorific values of peat and petroleum products with different ratios of petroleum product content in peat and for a saturated peat sample. The obtained results are compared with those of experiments conducted in a calorimetric bomb and recalculated for net calorific value. A satisfactory discrepancy is obtained, which amounts to about 12%. Options have been considered providing for combustion of saturated peat as fuel (burnt per se and combined with a solid fuel) and processing it to produce liquid, gaseous and solid fuels. Peat can be used to solve environmental problems of elimination of emergency spills of crude oil and petroleum products and as an additional resource in solving the problem of finding affordable energy.

KEYWORDS: oil spills, peat, sorption, energy properties of peat, moisture content, ash content, calorific value

Одним из опасных источников загрязнений окружающей среды являются разливы нефти и нефтепродуктов. Существенное влияние на экономическую составляющую производства оказывают загрязненные ими сточные воды.

Основные источники загрязнений природных вод нефтью и нефтепродуктами — нефтедобывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов и др. Особенность нефтепродуктов как примесей природных вод заключается в том, что их количество трудно прогнозировать, так как помимо запланированного сброса промышленных сточных вод существуют аварийные разливы [1].

Например, в северных нефтедобывающих районах страны к настоящему времени образовались большие площади почв, загрязнённых нефтепродуктами. Эта проблема обусловлена негативными последствиями многочисленных и многолетних аварийных разливов нефтепродуктов и недопустимого отношения к их ликвидации [2].

Государство ведет в последнее время политику, направленную на предупреждения, а также на ликвидацию последствий аварийных разливов нефтепродуктов для снижения возможных отрицательных последствий. Однако, несмотря на это, необходим особый подход к изучению способов локализации, ликвидации, а также разработке комплекса необходимых мероприятий.

В основе многих действующих технологий сбора нефтепродуктов и удаления их из окружающей среды лежит метод адсорбции, характеризующийся высокой степенью очистки, эксплуатационной надёжностью и относительной простотой аппаратного оформления.

В настоящее время в мире для ликвидации разливов

нефти производится или используется более двухсот сорбентов различной природы (минеральные и органические, естественного или искусственного происхождения) [3].

Качество сорбентов определяется, прежде всего, их ёмкостью по отношению к нефти и нефтепродуктам, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти, возможности десорбции нефти, регенерации или утилизации сорбента. В сложившихся макроэкономических условиях целесообразно использовать в качестве сорбентов природные материалы и отходы производств промышленных предприятий, так как такие сорбенты относительно дешевы и многие из них обладают достаточно высокими сорбционными свойствами по отношению к углеводородам.

При оценке сорбционной способности ранее была исследована нефтеемкость торфа из месторождений Республики Татарстан (РТ) по отношению к дизельному топливу и мазуту марки М-100. По полученным результатам этих исследований установлено, что торф может являться перспективным сорбентом для ликвидации разливов нефти, нефтепродуктов. Достоинством торфа как сорбента является его дешевизна и доступность [4–6].

Добыча торфа в мире 2017 г. составила 26 млн т, из которых около 51% использовалось для производства тепла и электроэнергии, остальное — для нужд сельского хозяйства. Причём Россия не является лидером по добыче и использованию торфа, на развитии отрасли сказывается низкая инвестиционная привлекательность [7]. Такой низкий уровень не соответствует ни доступным для освоения торфяным ресурсам, ни производственному потенциалу торфяной отрасли. Как известно [7], по энергетическому потенциалу в пере-

расчете на условное топливо торф РФ превосходит суммарные запасы нефти и газа, и уступает лишь углю. Всего в РТ сейчас имеется до 30.000 га торфяных болот. Из этого количества до 80% исследовано инструментально, т. е. 685 разведанных торфяных месторождений, однако они потеряли свою актуальность как источники топлива. Официально разрабатывается лишь одно месторождение «Лебяжье» для использования торфа в качестве удобрения [8].

Установлено, что при разливе нефти при ее добыче в болотистых местностях лёгкие фракции нефти (примерно 25%) испаряются в течение 2–7 дней, остальная часть сорбируется и прочно удерживается торфом. В результате к настоящему времени уже образовались огромные площади загрязнённого нефтью торфа, являющегося, по сути, законсервированным высококалорийным топливом. Это связано с тем, что к торфу как энергетическому топливу прибавилось ещё значительное количество калорийного нефтепродукта. Можно предположить, что в какой-то момент этот материал начнёт рассматриваться в качестве запаса потенциального местного топлива и рано или поздно должна возникнуть новая проблема — промышленное использование торфа с примесью нефтепродуктов [2].

Также важным обстоятельством, существенно повышающим народнохозяйственную роль торфа, является его экологическая безопасность, заключающаяся в снижении количества вредных выбросов в атмосферу и простоту утилизации золы [9].

Целью работы было определение основных теплотехнических и физических свойств торфа, насыщенного нефтепродуктами, для дальнейшего использования его в качестве топлива.

Сорбентом был выбран низинный торф из месторождения «Чистое» РТ. Ранее было установлено, что низинные торфа обладают меньшей теплотой сгорания по отношению с верховым [6].

В качестве нефтепродуктов были выбраны дизельное топливо с плотностью 0,86 г/см³ и отработанное моторное масло с плотностью 0,9 г/см³.

Дизельное топливо летнее применяется как топливо для железнодорожного транспорта, грузового автотранспорта, водного транспорта, военной техники, дизельных электрогенераторов, сельскохозяйственной техники, а также легкового дизельного автотранспорта. Дизельные топлива токсичнее бензина, но они оказывают меньшее отравляющее действие на живые организмы вследствие низкой испаряемости.

Моторные масла — масла, применяемые для смазывания поршневых и роторных двигателей внутреннего сгорания, продукт первичной переработки нефти. В процессе работы в автомобильном двигателе масло не

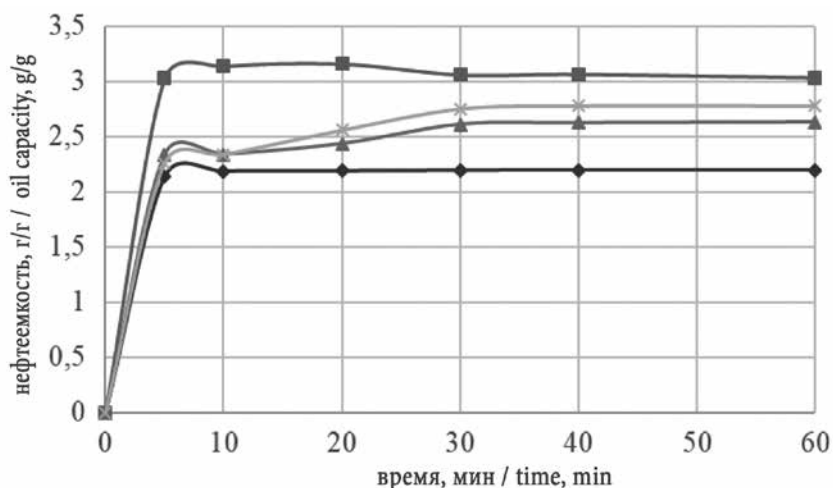


Рисунок. Результаты исследования нефтеёмкости: ♦ — масло, масса торфа 5 г; ■ — масло, масса торфа 10 г; ▲ — дизельное топливо, масса торфа 5 г; x — дизельное топливо, масса торфа 10 г

Figure. The results of the study of oil capacity: ♦ — motor oil, peat mass 5 g; ■ — motor oil, peat mass 10 g; ▲ — diesel fuel, peat mass 5 g; x — diesel fuel, peat mass 10 g

теряет своих свойств, а загрязняется различными примесями. Отработанное моторное масло представляет повышенную опасность для окружающей среды и относится к категории опасных отходов.

Для получения насыщенных нефтепродуктами образцов навеску торфа массой 5 и 10 г помещали в колбу, содержащую нефтепродукты, и выдерживали в течение заданного времени, затем извлекали из неё и через 5 мин производили взвешивание. Сорбционная ёмкость (нефтеёмкость) сорбентов вычислялась как отношение массы поглощённого нефтепродукта к массе сорбента. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

Обнаружено, что природный торф обладает сорбционными свойствами по отношению к нефтепродуктам. Причём из рисунка видно, что нефтеёмкость торфа обнаруживается с первых минут контакта с нефтепродуктом и зависит также от их вязкости. Результирующую нефтеёмкости составляет адгезия и проникновение в зерно сорбента (сорбция), поэтому можно сделать вывод, что для менее вязкого нефтепродукта — дизельного топлива — нефтеёмкость не зависит от массы торфа, а для более вязкого — моторного масла — зависит.

Таким образом, отработанный торф в качестве сорбционного материала может быть перспективным калорийным видом топлива, так как к торфу — обычному, ранее широко используемому в качестве энергетического топлива, прибавилось ещё значительное количество калорийного нефтепродукта.

Важнейшей теплотехнической характеристикой топлива является теплота его сгорания. На её значение существенное влияние оказывают содержание в топливе влаги и минеральных примесей.

Обычно при промышленной добыче фрезерного торфа из подготовленной осушенной залежи его первоначальная влажность находится в пределах 75% и в течение двух суток естественной сушки на полях добы-

Таблица 1. Основные свойства торфа

Table 1. The main properties of peat

Показатель Indicator	Исходный образец Initial sample	Насыщенный нефтепродуктами торф Oil-rich peat			
		Масло Motor oil	Масло Motor oil	Диз. топливо Diesel fuel	Диз. топливо Diesel fuel
	5	5	10	5	10
Влажность W, % Wetness W, %	63	67	67	69	70
Зольность A, % Ash A, %	2,1	3,5	3,7	4,1	4,5

чи снижается до 45%, т. е. влажности, приемлемой для энергетического использования (сжигания).

В соответствии с действующими ГОСТ были определены на рабочую массу влажность W (ГОСТ Р 52911-2013), зольность A (ГОСТ Р 55661-2013) полученных образцов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

По полученным результатам видно, что сорбированные нефтепродукты увеличивают как влажность, так и зольность торфа в сравнении с исходным образцом. Поэтому при энергетическом использовании необходима дополнительная сушка насыщенного нефтепродуктами торфа.

По значениям низшей теплоты сгорания можно провести моделирование значения теплоты сгорания торфа, насыщенного нефтепродуктами в различном процентном отношении, для дальнейшего расчёта экономики топлива (таблица 2).

Определённая в калориметрической бомбе теплота сгорания насыщенного нефтепродуктами торфа, переведённая в низшую теплоту сгорания, составила 28,3 и 29,9 МДж/кг для моторного масла и дизельного топлива соответственно [10]. Расхождение между расчетными и экспериментальными значениями составило около 12%, что можно считать удовлетворительным.

Таким образом, торф может быть использован как сорбент нефтепродуктов, являющихся наиболее опасными загрязнителями окружающей среды. Особенно это актуально для нефтедобывающих районов страны.

Таблица 2. Значения низшей теплоты сгорания торфа, насыщенного отработанным моторным маслом и дизельным топливом

Table 2. Lower calorific value of peat saturated with used engine motor oil and diesel fuel

Содержание нефтепродукта, % Oil content, %	Низшая теплота сгорания, МДж/кг Net calorific value, MJ/kg	
	Моторное масло Motor oil	Дизельное топливо Diesel fuel
0	10,84	10,84
50	26,48	26,98
100	42,138	43,12
Насыщенный нефтепродуктами торф Oil-rich peat	32,01	34,11

Насыщенный нефтью и нефтепродуктами торф является перспективным топливом для котельных малой и средней мощности в районах с низкой газификацией. Причём он может использоваться как дополнительное топливо к основному, так и основное при моносжигании, а также может быть переработан на месте с целью получения транспортабельного твердого и жидкого топлива [2].

В [2] проведены экспериментальные исследования, в результате из загрязнённого торфа были получены

углистый полукок, газ и жидкий нефтепродукт. Они могут быть рассмотрены как товарные продукты или быть использованы на покрытие собственных нужд.

При сжигании в твердотопливных котельных их перевод с угля на торф не всегда требуют реконструкции и существенных инвестиций, размеры которых могут быть оценены для каждой конкретной котельной, а в некоторых случаях такой перевод может быть вообще безинвестиционным.

Например, в настоящее время в Европейском Союзе применяют для генерации энергии два основных принципа использования топливных гранул, сырьем для изготовления которых являются отходы лесозаготовок, сельское хозяйство и торф. Тепловые электрические станции и котельные полностью переходят на гранулы как топливо (моносжигание) или гранулы используются как дополнительное топливо к основному (совместное сжигание — Co-Firing) [11].

Вывод

Торф, насыщенный нефтепродуктами, следует рассматривать в качестве дополнительного ресурса при решении проблемы поиска доступного энергетического сырья как на объектах малой энергетики, так и на мощных тепловых электростанциях, решая при этом экологическую проблему ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

Список использованных источников

- Агафонов В. Б. Проблемы правового регулирования предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // Нефть, газ и право 2014; 6 (120): 35 – 44.
- Двоскин Г. И., Корнильева В. Ф., Дудкина Л. М., Хасхачих В. В., Колотухин С. П., Понуровская В. В. Энергетическое использование торфа, загрязнённого нефтепродуктами // Экология и промышленность России 2014; 3: 4 – 7.
- Малышкина Е. С., Вялкова Е. И., Осипова Е. Ю. Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета 2019; 21 (1): 188 – 200.
- Дремичева Е. С. Эффективность сорбционных материалов для сбора нефтепродуктов с поверхности водоёмов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе 2017; 1: 35 – 39.

5. Калинина Е. В., Глушанкова И. С., Сабиров Д. О. Сорбент для очистки воды от нефтепродуктов на основе шлама содового производства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика 2017; 4 (28): 37 – 49.
6. Селянина С. Б., Орлов А. С., Пономарева Т. И., Труфанова М. В., Ярыгина О. Н., Соколова Т. В., Сосновская Н. Е., Пехтерева В. С. Сорбционные свойства верхового торфа Прибеломорской провинции (Россия) // Природопользование 2019; 1: 211 – 218.
7. Михайлов А. В. Развитие глобального рынка торфа // Труды Инсторфа 2018; 18 (71): 3 – 7.
8. Тимофеева С. С., Мингалеева Г. Р. Перспективы использования торфа в региональной энергетике // Известия Томского политехнического университета 2014; 325 (4): 46 – 55.
9. Беляков А. С., Косов В. И. Рациональное использование торфа и сапропеля в России // Комитет Государственной Думы по природным ресурсам и природопользованию [Электронный ресурс] URL: <http://www.duma.gov.ru/cnature/>
10. Пятагина М. В., Мингалеева Г. Р. Комплексное использование торфа на основании молекулярного состава его органической массы // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики 2017; 19 (5-6): 3 – 13.
11. Дремичева Е. С., Гаврилов А. С., Маношин А. О. Оценка потенциала биотоплива для генерации тепловой энергии на объектах топливно-энергетического комплекса // Промышленная энергетика 2017; 1: 55 – 60.

References

1. Agafonov V. B. Problems of legal regulation of the prevention and liquidation of emergency oil and oil products spills // Oil, gas and law 2014; 6 (120): 35 – 44. (In Russ.)
2. Dvoskin G. I., Kornil'yeva V. F., Dudkina L. M., Khaskhachikh V. V., Kolotukhin S.P., Ponurovskaya V. V. Energy use of peat contaminated

with petroleum products // Ecology and industry of Russia 2014; 3: 4 – 7. (In Russ.)

3. Malyshkina Ye. S., Vyalkova Ye. I., Osipova Ye. YU. The use of natural sorbents in the process of water purification from oil products // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering 2019; 21(1): 188 – 200. (In Russ.)

4. Dremicheva Ye. S. The effectiveness of sorption materials for the collection of petroleum products from the surface of water bodies // Environmental protection in the oil and gas sector 2017; 1: 35 – 39. (In Russ.)

5. Kalinina E. V., Glushankova I. S., Sabirov D. O. Sorbent for water purification from oil products based on sludge from soda production // Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban studies 2017; 4 (28): 37 – 49. (In Russ.)

6. Selyanina S. B., Orlov A. S., Ponomareva T. I., Trufanova M. V., Yarygina O. N., Sokolova T. V., Sosnovskaya N. Ye., Pekhtereva V. S. Sorption properties of high peat of the Pribelomorsky province (Russia) // Nature management 2019; 1: 211 – 218. (In Russ.)

7. Mikhaylov A. V. The development of the global peat market // Instorf Proceedings 2018; 18 (71): 3 – 7. (In Russ.)

8. Timofeeva S. S., Mingaleeva G. R. Prospects for the use of peat in regional energy // News of Tomsk Polytechnic University 2014; 325 (4): 46 – 55. (In Russ.)

9. Belyakov A. S., Kosov V. I. Rational use of peat and sapropel in Russia // State Duma Committee on Natural Resources and Environmental Management [Electronic resource] URL: <http://www.duma.gov.ru/cnature/>

10. Pyatygina M. V., Mingaleeva G. R. Complex use of peat based on the molecular composition of its organic matter // News of higher educational institutions. Energy Issues 2017; 19 (5 – 6): 3 – 13. (In Russ.)

11. Dremicheva Ye. S., Gavrilov A. S., Manoshin A. O. Assessment of the biofuel potential for the generation of thermal energy at the objects of the fuel and energy complex // Industrial energy 2017; 1: 55 – 60. (In Russ.)



<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-110-118>
УДК 621.3.048

Внедрение спектральных методов в диагностику маслонаполненного высоковольтного оборудования

Лютикова М. Н.^{1*}, Коробейников С. М.¹, Коновалов А. А.²

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»
пр. К. Маркса, 20, 630073, г. Новосибирск, Россия

² ПАО «ФСК ЕЭС»
ул. Академика Челомея, 5А, 117630, г. Москва, Россия

Поступила / Received 05.04.2020

Принята к печати / Accepted for publication 10.06.2020

Надежная эксплуатация маслонаполненного высоковольтного оборудования базируется, в том числе на эффективных методах диагностики, позволяющих получать информацию о состоянии внутренней изоляции электрооборудования и, соответственно, своевременно проводить мероприятия по обеспечению его бесперебойной работы. Традиционно в лабораторной практике используют хорошо известные физико-химические методы анализа, с помощью которых устанавливают электрофизические, физические и химические показатели жидкого диэлектрика. Каждый показатель и в особенности их совокупность указывают на степень термо- и электрохимического старения масла, образования в нем примесей ионного характера, которые коагулируют, накапливаются в наиболее напряженных местах и образуют проводящие осадки. В целом, наличие таких опасных веществ в масле приводит к снижению электроизоляционных свойств, что увеличивает риск развития дефекта, способного привести к негативным последствиям. Следует заметить, что традиционными методами далеко не всегда удается зафиксировать начало образования коллоидно-дисперсных включений, предшествующего формированию осадка на твердой внутренней изоляции электрооборудования. Поэтому, с целью более глубокого понимания процессов, происходящих в изоляции высоковольтного оборудования необходимо внедрение высокочувствительных спектральных методов контроля.

Показана актуальность внедрения спектрального метода в практическую диагностику высоковольтного оборудования с жидкими диэлектриками на примере изучения элементного состава осадков и бумажной изоляции из высоковольтных герметичных вводов. Рассмотрены конкретные случаи из практики эксплуатации герметичных вводов, которые были отбракованы по результатам хроматографического анализа растворенных в масле газов. В то время как физико-химические параметры масла из вводов не вызывали никаких опасений, при детальном осмотре внутренней изоляции вводов обнаружены воскообразные осадки, состав которых был установлен с помощью метода атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС). Кроме того, проводилось исследование состава слоев бумажной изоляции высоковольтных вводов на предмет содержания в них элементоорганических примесей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: осадок, металлы, коллоиды, бумажная изоляция, спектральные методы

Адрес для переписки:

Лютикова М. Н.
ФГБОУ ВО «НГТУ», кафедра Безопасность труда
пр. К. Маркса, 20, 630073, г. Новосибирск, Россия
e-mail: m.lyutikova@mail.ru

Address for correspondence:

Lyutikova M. N.
Novosibirsk State Technical University
K. Marxa str., 20, 630073, Novosibirsk, Russia
e-mail: m.lyutikova@mail.ru

Для цитирования:

Лютикова М. Н., Коробейников С. М., Коновалов А. А.
Внедрение спектральных методов в диагностику
маслонаполненного высоковольтного оборудования.
Надежность и безопасность энергетики. 2020. – Т. 13,
№2 – С. 110 – 118.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-110-118>

For citation:

Lyutikova M.N., Korobeynikov S. M., Konovalov A. A. [The introduction of spectral methods in the diagnosis of oil-filled high-voltage equipment]. *Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry*. 2020, vol. 13, no. 2, pp.110 – 118. (in Russian)
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-110-118>

The introduction of spectral methods in the diagnosis of oil-filled high-voltage equipment

Lyutikova M. N.^{1*}, Korobeynikov S. M.¹, Konovalov A. A.²

¹ Novosibirsk State Technical University
K. Marxa str., 20, 630073, Novosibirsk, Russia

² PJSC «FGC UES»
Academician Chelomei str., 5A, 117630, Moscow, Russia

Reliable operation of oil-filled high-voltage equipment is based, inter alia, on effective diagnostic methods, which make it possible to obtain information on the state of the internal insulation of electrical equipment and, accordingly, take timely measures to ensure its uninterrupted operation. Traditionally, well-known physicochemical methods of analysis are used in laboratory practice, which enable to determine the electrophysical, physical and chemical parameters of a liquid dielectric. Each parameter, and especially their totality, indicate the degree of thermal and electrochemical aging of the oil, and the formation of ionic impurities in it, which coagulate, accumulate in the most stressful places and form conductive deposits. In general, the presence of such "dangerous" substances in the oil leads to a decrease in electrical insulation properties, which increases the risk of developing a defect that can lead to negative consequences. However, traditional methods are not always able to measure the commencement of formation of the colloid-dispersed inclusions preceding the formation of deposits on the solid internal insulation of electrical equipment. Therefore, in order to gain a deeper understanding of the processes occurring in the isolation of high-voltage equipment, it is necessary to introduce highly sensitive spectral control methods.

This study shows the relevance of the introduction of the spectral method in practical diagnosis of high-voltage equipment with liquid dielectrics, in the case of a study of the elemental composition of deposits and paper insulation in high-voltage bushings. This also explains individual cases in the practice of operation of sealed bushings, which have been rejected as a consequence of the results of chromatographic analysis of dissolved gases in oil. Physicochemical parameters of the oil from the bushings does not cause any concern. However, during the detailed examination of the internal insulation of the bushings, wax-like deposits were revealed, and their composition was established using atomic absorption spectrometry (AAS). In addition, the composition of the paper (OIP) insulation layers of high-voltage bushings was analyzed for the content of organometallic impurities.

KEYWORDS: deposits, metals, colloids, paper (OIP) insulation, spectral methods

Применение минерального масла в качестве изоляционной жидкости и теплоотводящего агента в высоковольтном оборудовании берет начало с конца 19 века. В отличие от газообразной или твердой изоляции минеральное масло имеет ряд преимуществ, таких, как способность эффективно отводить тепло от активной части и отличные изоляционные свойства. Недостатком использования минерального масла в качестве изоляции является его способность разлагаться с образованием нежелательных примесей и необходимостью регенерации масла в процессе работы, а также разработка методов утилизации отработанного масла без нанесения вреда окружающей среды. Именно в целях снижения финансовых и временных затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также снижения антропогенной нагрузки на экологию энергокомпаниями интенсивно внедряют в работу высоковольтное электрооборудование (выключатели, измерительные трансформаторы, высоковольтные вводы), изоляция которых не включает минеральные масла. Однако в энергокомпаниях до сих пор эксплуатируется огромное количество (около 70%) маслonaполненного оборудования, в том числе высоковольтные вводы с бумажно-масляной изоляцией.

Как показывает многолетняя практика, базовая проблема эксплуатации высоковольтных вводов с OIP

изоляция (Oil impregnated paper) заключается в образовании X-восков, налетов и осадков на внутренних поверхностях нижних фарфоровых покрышек. Такие отложения приводят к поверхностному перекрытию внутренней изоляции масляного канала, которые в свою очередь являются основным видом повреждений высоковольтных маслonaполненных вводов [1–3]. По данным [4–7] выход из строя силовых трансформаторов, реакторов и баковых выключателей около 14–40% случаев происходит по причине неисправной изоляции вводов. Поэтому с целью предотвращения серьезных аварий с определенной периодичностью осуществляется контроль параметров изоляции вводов.

Среди всех применяемых на практике методов диагностики маслonaполненного оборудования [8–12], особую роль следует отвести методам физико-химического контроля (рисунок 1). Так как именно физико-химические методы исследования позволяют работать непосредственно с образцами внутренней изоляции из оборудования, а значит понять состояние изоляционной системы изнутри.

Традиционно ухудшение свойств внутренней изоляции понимают по неудовлетворительным значениям таких показателей, как кислотное число, содержание водорастворимых кислот, растворимый шлам, оптическая мутность, тангенс угла диэлектрических потерь.

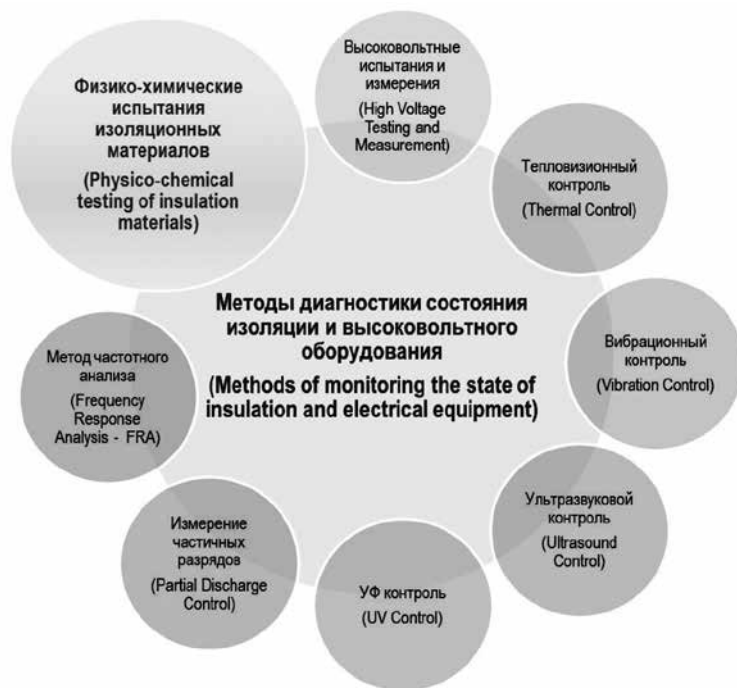


Рисунок 1. Методы диагностики состояния высоковольтного оборудования
Figure 1. Diagnostic methods for high voltage equipment

Контроль перечисленных характеристик изоляционно-го масла из ввода согласно требованиям стандартов осуществляется один раз в 2–4 года в зависимости от типа ввода. Такой периодический контроль с использованием тривиальных методов, как правило, не в полной мере позволяет обнаруживать дефекты, связанные с формированием осадка из коллоидных частиц, особенно в тот момент, когда уже произошло укрупнение коллоидных частиц и седиментация осадка на внутренние поверхности оборудования. По мнению авторов, в дополнение к традиционно используемым методам физико-химического анализа, необходимо внедрение новых методик и технических средств контроля, в число которых входят спектральные методы. Разработка и внедрение методик анализа, базирующихся на спектральных методах, является перспективным направлением, поскольку позволяет определять содержание растворенных в масле металлов, способствующих образованию «полупроводящих» осадков. Информация о содержании конкретных металлов является диагностической, так как дает возможность понять о глубоком изменении химического состава диэлектрика в результате растворения компонентов элементов из конструктивных элементов оборудования, а значит оценить временной интервал до вероятного образования нерастворимого «опасного» осадка.

Целью исследования являлось изучение элементного состава осадков, восковых отложений, а также

бумажной изоляции взятых из высоковольтных вводов с ОИР-изоляцией с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

Определение показателей масла (электрическая прочность, диэлектрические потери, цвет и прозрачность, влагосодержание, температура вспышки в закрытом тигле, кислотное число, шлам, антиокислительная присадка) из вводов проводили по методикам, указанные в ИЕС 60422. Испытание образцов масла из вводов на наличие коррозионной серы проводили по методу, описанному в стандарте DIN 51353.

Спектральное исследование состава осадков и твердой изоляции включало следующие основные этапы: подготовка твердых осадков и бумажной изоляции к ААС (атомно-абсорбционному спектральному) анализу, анализ полученных растворов металлов в пламени атомно-абсорбционного спектрофотометра, обработка результатов и их обсуждение. Техническое описание разработанной методики приведено [13]. Методика измерения валового содержания металлов (Cu, Pb, Ni, Fe, Zn, Cr, Cd, Co, Mn) базируется на ААС с атомизацией пробы в пламени. Возбуждение атомов происходит потоком света УФ-видимой области, исходящего из лампы с полым катодом. Метод ААС является достаточно высокочувствительным физическим методом анализа и позволяет определять элементы на уровне 10^{-9} г/мл (1 нг/мл).

Объектом исследования служили осадки, а также бумажная изоляция из демонтированных вводов, отработавших в реальных условиях более 30 лет. Подробная информация об оборудовании приведена в таблице 1.

Объектом исследования служили осадки, а также бумажная изоляция из демонтированных вводов, отработавших в реальных условиях более 30 лет. Подробная информация об оборудовании приведена в таблице 1.

Таблица 1. Описание объекта испытания
Table 1. Description of test object

Оборудование Equipment	Ввод 1 OIP-Bushing 1	Ввод 2 OIP-Bushing 2
Напряжение, кВ High Voltage, kV	110	110
Оборудование, на котором был установлен ввод Equipment on which the bushing was installed	Выключатель Switch	Выключатель Switch
Период эксплуатации, лет Operating period, years	35	30
Тип масла Types of Mineral Oil	Ароматическое Aromatic oil	Парафиновое Paraffinic oil
Причина демонтажа Dismantling reason	Превышение границной концентрации ацетилена (C_2H_2) Exceeding the limit of acetylene concentra- tion (C_2H_2)	Превышение граничной концен- трации ацетилена (C_2H_2), суммы углеводородных газов (C_xH_y) Exceeding the limit of acetylene con- centration (C_2H_2), Amount of hydrocarbon gases (C_xH_y)

После замены дефектных ОИР-вводов было принято решение о полной разборке демонтированных вводов и послойном осмотре бумажной изоляции. При детальном разборе высоковольтных вводов с ОИР-изоляцией на контактном наконечнике, а также с внутренней поверхности нижней фарфоровой покрывки фиксировались осадки воскообразной консистенции темно-коричневого цвета. Места отбора проб осадков схематично показаны на рисунке 2. Кроме того, на ближайших к токоведущей медной трубе слоях бумаги по всей высоте остова были обнаружены воскообразные отложения (Х-воск), местами наблюдалась вязкая черная масса, а также следы частичных разрядов примерно на $\frac{3}{4}$ высоты остова (рисунок 3).

На спектральный анализ также были взяты слои изоляционной бумаги на разных уровнях по высоте остова ввода. Образцы отбирали сверху вниз (рисунок 4). Всего отбор образцов бумаги проводился на трех уровнях по высоте остова (первый уровень — верх, второй

уровень — середина, третий уровень — низ остова). На каждом уровне проводился послойный отбор изоляции. Таких точек было 5.

Очередной плановый хроматографический анализ

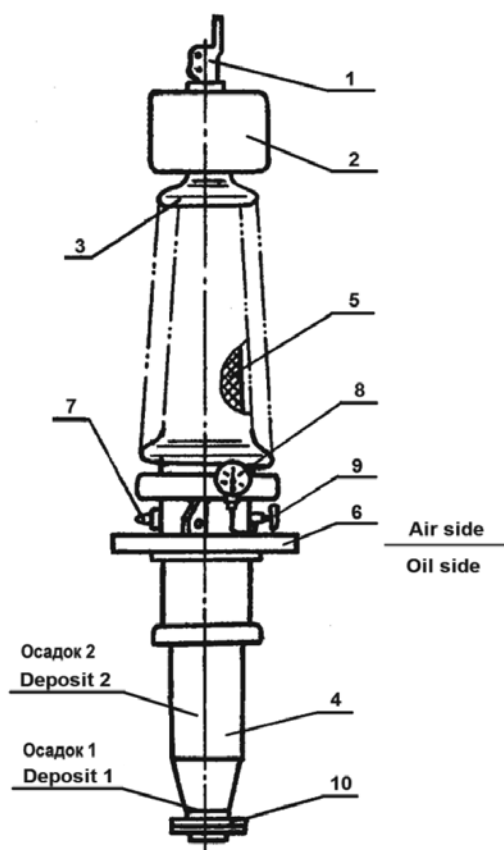


Рисунок 2. Места обнаруженных осадков и налетов в ОИР-вводах:

1 — контактный зажим (клемма); 2 — компенсатор давления; 3 — верхняя фарфоровая покрывка; 4 — нижняя фарфоровая покрывка; 5 — бумажно-масляная изоляция; 6 — крепежный фланец; 7 — измерительный вывод; 8 — манометр; 9 — вентиль; 10 — нижний контактный наконечник

Figure 2. Places of precipitation and raids detected in OIP-bushings:

1 — HV connection; 2 — head; 3 — upper porcelain insulator; 4 — lower porcelain insulator; 5 — OIP-insulation; 6 — mounting flange; 7 — test top; 8 — pressure gauge; 9 — valve; 10 — bottom terminal or lower flange

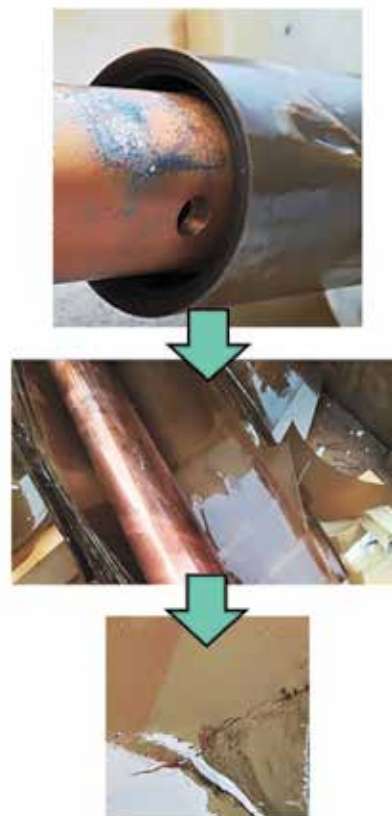


Рисунок 3. Демонтаж вводов и отбор образцов на элементный анализ

Figure 3. Bushings dismantling and sampling for elemental analysis

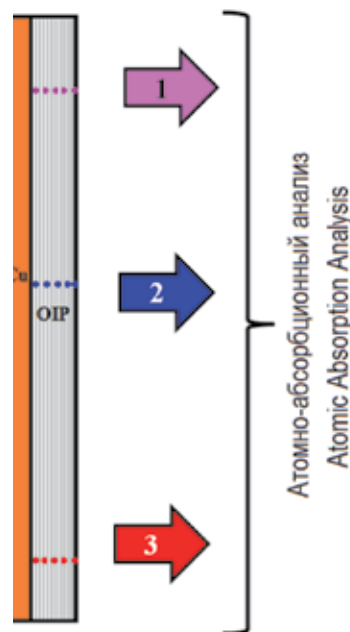


Рисунок 4. Схема точек отбора образцов бумаги ОИР вводов

Figure 4. Scheme of paper sampling points of OIP-bushings

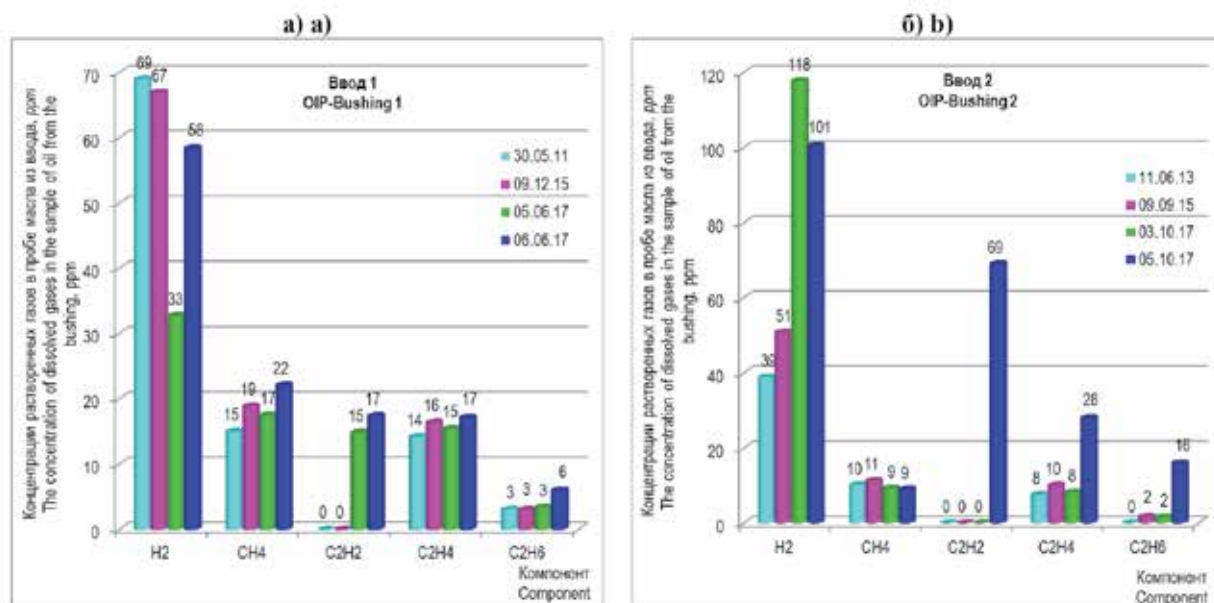


Рисунок 5. Динамика образования углеводородных газов в масле в OIP-вводах: а) — ввод 1; б) — ввод 2
Figure 5. The dynamics of the hydrocarbon gases formation in oil in the OIP-bushings: а) — OIP-bushing 1; б) — OIP-bushing 2

Таблица 2. Интерпретация результатов XAPГ
Table 2. Interpretation of DGA Results

Отношение газов Ration for DGA interpretation of Bushings	OIP –ввод 1 OIP –bushing 1	OIP – ввод 2 OIP – bushing 2	Нормы согласно IEC 61464-1998 Limits (IEC 61464-1998)
H_2/CH_4	2,6	11	>13 = Частичный разряд >13 = Partial Discharge
C_2H_4/C_2H_6	2,9	2	>1 = Термический дефект >1 = Thermal Fault
C_2H_2/C_2H_4	1,0	2	>1 = разряды >1 = Discharges
CO_2/CO	1,9	10	>20 или <1 = Термический дефект в бумаге >20 or <1 = Thermal Fault in Paper
C_2H_2/H_2	0,3	1	>1 = индикаторы разрядов высокой плотности энергии >1 = indicates High Energy Discharge
H_2/C_xH_y	0,9	1	>30 = может указывать на образование водорода в большей степени из материалов, чем из-за электрического дефекта >30 = may indicate hydrogen generated by material influence rather than electrical

Таблица 3. Физико-химические параметры изоляционного масла из вводов
Table 3. Physico-chemical parameters of insulating oil from the bushings

Показатель Properties	Единица измерения Units	Нормы [10] Limits [10]	OIP-ввод 1 OIP-bushing 1	OIP-ввод 2 OIP-bushing 2
Внешний вид Appearance	–	Прозрачное, без видимых загрязнений Clear, free from sediment and suspended matter		
Пробивное напряжение / Breakdown Voltage	kV	>60	69	67
Фактор диэлектрических потерь $Tg \delta$ at 90°C Dielectric Dissipation Factor $Tg \delta$ at 90°C	–	Max. 0,015	0,002	0,004
Температура вспышки в закрытом тигле / Flash Point	°C	>125	138	144
Содержание воды / Water content	ppm	<10	5,5	7,7
Кислотное число / Acidity	мг КОН/г mg KOH/g	Max. 0,03	<0,01	<0,01
Содержание шлама / Sediment and sludge	% масс. % by mass	<0,002	Отсутствует No sediment or precipitable sludge	
Содержание антиокислительной присадки Inhibitor content	% масс. % by mass	>0,1	0,28	0,21

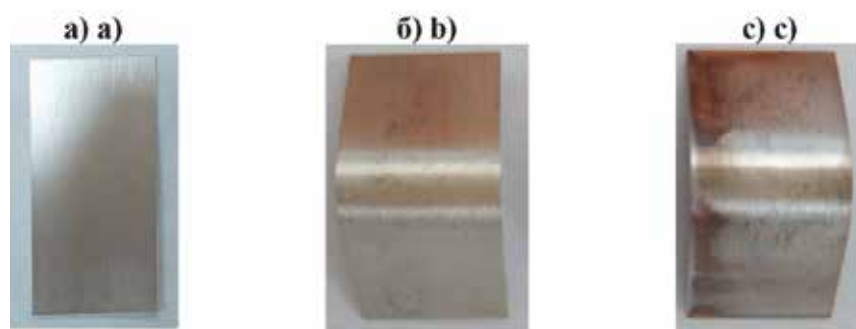


Рисунок 6. Серебряные пластины до (а) и после (б — ароматическое масло, ввод 1; с — парафиновое масло, ввод 2) термического испытания

Figure 6. Silver plates before (a) and after (b — aromatic oil, bushing 1; c — paraffinic oil, bushing 2) the thermal aging tests

газов, растворенных в масле (ХАРГ), взятом из герметичных ОИР-вводов, показал положительную динамику роста концентрации газа C_2H_2 (рисунок 5). Интенсивно образующийся в масле ацетилен является индикатором искровых и дуговых разрядов в изоляции оборудования. На появление дефекта электрического и термического характера указывали также значения отношений пар газов (таблица 2), рассчитанные в соответствии со стандартом IEC 61464. При этом испытания изоляции вводов на тангенс угла диэлектрических потерь бумажной изоляции и емкость не выявили отклонений от граничных значений.

Было решено провести дополнительные испытания трансформаторного масла. Физико-химические испытания пробы изоляционного масла из вводов, проведенные одновременно с ХАРГ, не выявили отклонения от нормируемых значений традиционных параметров, в том числе и по оптической мутности. Оптическая мутность — показатель, который должен фиксировать ускоренное развитие коллоидно-дисперсных процес-

сов, ведущих к образованию налетов, лаковых пленок, осадков, оседающих на токоведущих частях электрооборудования.

Несмотря на возникновение неоднозначной ситуации, было принято решение о замене вводов с последующим детальным осмотром его внутренней бумажно-масляной изоляции. При разборе ввода 1 и ввода 2 на нижнем фланце были обнаружены осадки воскообразной консистенции темно-коричневого цвета. На внутренней поверхности нижней фарфоровой покрывки ввода 1 фиксировалось начало появления поверхностно-

го разряда. Во вводе 2, несмотря на наличие осадка на внутренней поверхности нижней фарфоровой покрывки, развития поверхностного разряда не наблюдалось. Однако, в слоях бумаги, прилегающих к медному остову, примерно на $\frac{3}{4}$ высоты наблюдались следы частичных разрядов. Испытание образцов изоляционного масла из ОИР-вводов показало наличие коррозионной серы. При этом серебряная пластина, которая была помещена в парафиновое масло из ввода 2, гораздо сильнее изменила свой цвет (рис. 6с), что указывает на присутствие коррозионной серы в большом количестве.

В таблице 4 приведены идентифицированные в исследованных осадках элементы и их концентрации. Во всех образцах также найден алюминий (Al). Концентрация алюминия как в масле из вводов, так и в осадках по сравнению с другими элементами огромная. Причина высокого содержания алюминия в воскообразных осадках, а также в масле из вводов заключается в следующем. В конструкции герметичного ввода основу внутренней изоляции составляет бумажный остов, который выполняется

Таблица 4. Содержание металлов в осадках из ОИР-вводов (ppm)

Table 4. The metal content in precipitation from OIP-bushings (ppm)

Элемент Element	ОИР-ввод 1 / OIP-bushing 1		ОИР-ввод 2 / OIP-bushing 2	
	Осадок 1 / Deposit 1 (B1D1)	Осадок 2 / Deposit 2 (B1D2)	Осадок 1 / Deposit 1 (B2D1)	Осадок 2 / Deposit 2 (B2D2)
Алюминий (Al)	8762	5673	10492	6723
Медь (Cu)	3858	2207	2586	1634
Железо (Fe)	4024	1013	3452	889
Цинк (Zn)	903	523	673	378
Свинец (Pb)	52	39	44	18
Никель (Ni)	24	9	23	12
Хром (Cr)	21	19	16	9
Кадмий (Cd)	42	7	10	8
Кобальт (Co)	12	3	9	7
Магний (Mn)	32	24	27	18

Примечание: 1) 1 ppm = 1 г/т = 1 мг/кг; 2) относительное стандартное отклонение в условиях повторяемости при доверительной вероятности 0.95 для цинка, железа и меди не превышает 3%, остальные элементы — не более 7%.

Note: 1) 1 ppm = 1 g / t = 1 mg / kg; 2) the relative standard deviation under repeatability conditions with a confidence level of 0.95 for zinc, iron and copper does not exceed 3%, other elements — no more than 7%.

путем намотки слоев кабельной бумаги на центральную медную трубу. При намотке в остов закладывают, уравнивательные (конденсаторные) обкладки из алюминиевой фольги для регулирования электрического поля в радиальном и осевом направлениях. Появление алюминия в твердых обнаруженных частицах указывает на диффузию молекул элемента в объем изоляционного масла, а затем его осаждение в составе тяжелых органических соединений на внутренние части ввода.

В твердом налете на внутренней поверхности нижних фарфоровых крышек обнаружены следующие металлы Cu, Pb, Ni, Fe, Zn, Cr, Cd, Co, Mn, Al. Концентрация металлов в осадках B1D2 и B2D2 несколько ниже, чем в осадках B1D1 и B2D1, взятых с контактных наконечников (таблица 4). Такая ситуация вполне объяснима. Молекулы металлосодержащих соединений, накапливаясь в объеме масла, укрупняются и, в первую очередь, под действием силы тяжести выпадают на внутреннюю горизонтальную часть контактного наконечника. Повышенная концентрация полярных частиц в местах наибольшей напряженности электрического поля активизирует процесс седиментации и вызывает еще большее насыщение отложений на внутренних элементах ввода.

Формированию воскообразных налетов и осадков внутри герметичных вводов с ОИП-изоляцией могут способствовать различные факторы. Конструкционные материалы вводов всегда содержат некоторые элементы. Например, остов высоковольтного ввода выполнен из меди, контактный наконечник изготовлен из латуни (сплав меди и цинка с добавлением никеля, свинца, марганца, железа и других элементов). Лаки, эмали и другие покрытия металлов, используемые для их защиты от коррозии, также могут содержать примеси элементов, применяемых в качестве катализаторов при синтезе защитных покрытий. Резиновые уплотнения могут также привносить некоторые составляющие при их вымывании из резины в условиях продолжительного контакта с маслом.

Для понимания полной картины появления обнаруженных элементов представляет интерес сравнение начального молекулярного состава ароматического и парафинового масла с рабочими маслами из исследуемых ОИП-вводов (таблица. 5). Следует заметить, что концентрация металлов в неиспользованных маслах много меньше, чем определенная нами в маслах и осадках из герметичных вводов. Поэтому можно предположить вымывание элементов из конструкционных частей ввода (остов, контактные части, лаки, уплотняющие резиновые детали и др.) в результате постоянного контакта их с изоляционным маслом, а вернее с продуктами разложения масла. Результаты анализа твердой изоляции ОИП-вводов приведенные ниже, указывают на перенос частичек медьсодержащего осадка между слоями бумаги (рисунок 7). В [14] отмечалось, что концентрация меди в слоях бумаги снижается от внутренних к внешним слоям в соответствии с законом Фика для нестационарной диффузии.

Рассматривая условия, способствующие формированию отложений, необходимо учесть углеводородный состав масла, а также эксплуатационные факторы. Ароматическое масло, по сравнению с другими типами масел, в своем составе содержит высокую концентрацию ароматических углеводородов (около 17%), а также небольшое количество смол (десятые доли процента). В состав парафинового также входят некоторое количество ароматических углеводородов (около 5%). В герметичных вводах масло циркулирует только за счет электрогидродинамических сил, т. е. без принудительного движения масла. Кроме того, содержание растворенного кислорода в масле не велико. В таких условиях при одновременном воздействии повышенной температуры и электрического поля, ароматические углеводороды вступают в реакцию поликонденсации. Конденсированные ароматические компоненты сначала образуют коллоидные соединения, а взаимодействуя с металлосодержащими компонентами масла, укрупняются и выпадают в виде «опасного» осадка на контактный наконечник. Кроме того, наличие корро-

Таблица 5. Содержание металлов в масле из ОИП-вводов (ppm)

Table 5. The metal content in oil from OIP-bushings (ppm)

Элемент Element	Ароматическое масло из ОИП-ввода 1 Aromatic oil from OIP-bushing 1		Парафиновое масло из ОИП-ввода 2 Paraffinic oil from OIP-bushing 2	
	Свежее масло / New oil	Использованное / Used oil	Свежее масло / New oil	Использованное / Used oil
Алюминий (Al)	0,02	112,68	0,03	134,54
Медь (Cu)	0,05	16,35	0,02	11,09
Железо (Fe)	0,09	1,98	0,07	1,77
Цинк (Zn)	0,36	0,85	0,36	0,59
Свинец (Pb)	0,03	0,08	0,01	0,06
Никель (Ni)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Хром (Cr)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Кадмий (Cd)	0,01	0,01	0,01	0,01
Кобальт (Co)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Марганец (Mn)	0,02	0,18	0,01	0,07

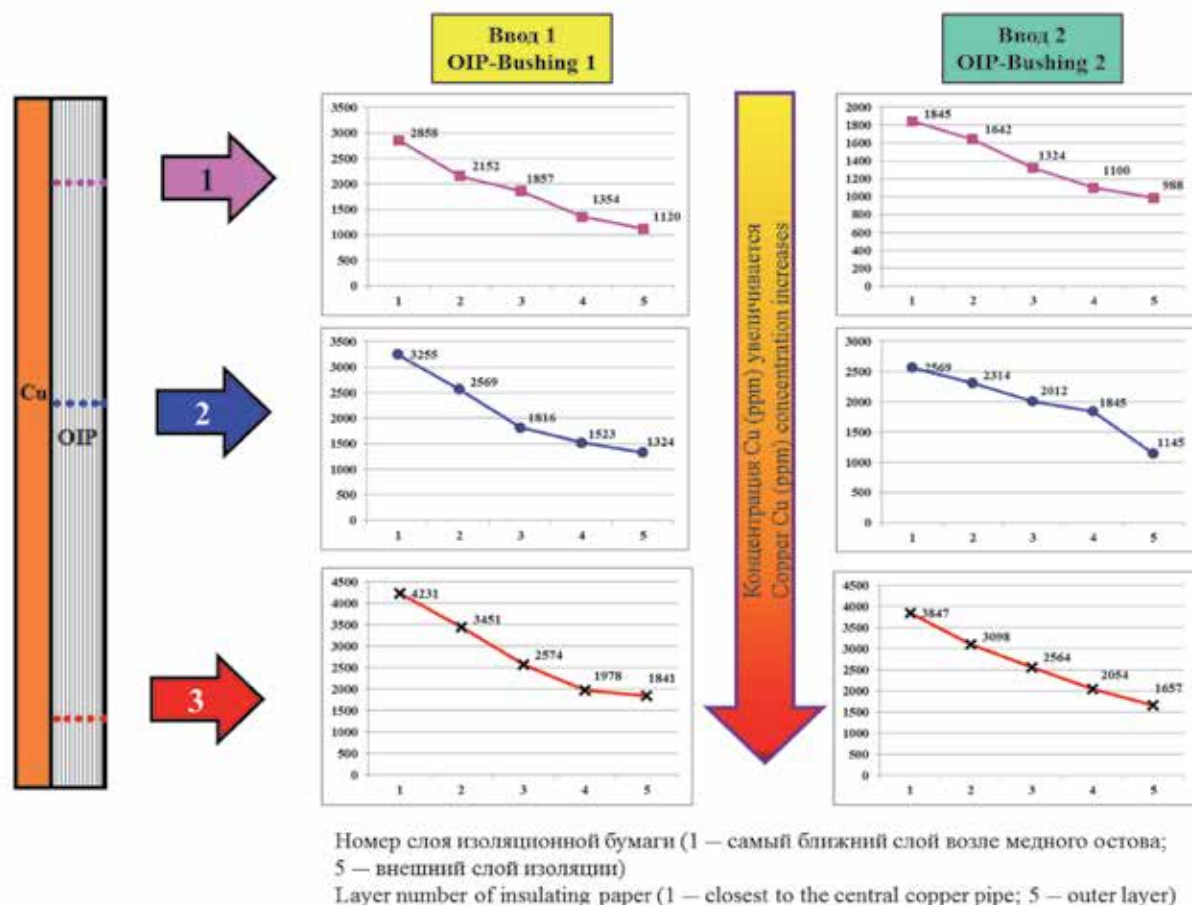


Рисунок 7. Распределение концентрации меди Cu по слоям OIP-изоляции вводов
Figure 7. Distribution of Cu concentration in layers in OIP-insulation of bushings

зионной серы (рисунок 6), зафиксированной в маслах из вводов, а также идентифицированные элементы Cu, Pb, Ni, Fe, Zn, Cr, Cd, Co, Mn, Al в осадках позволяет заключить о существовании в осадках не только сульфида меди Cu_2S , но сульфидов других металлов (PbS, NiS, FeS, ZnS, Cr_2S_3 , CdS, CoS, MnS). Перечисленные соединения также, как сульфид меди являются не растворимыми, за исключением сульфида алюминия Al_2S_3 и Cr_2S_3 , которые под влиянием воды могут вступать в реакцию гидролиза с образованием плохо растворимого гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ и сероводорода H_2S , и нерастворимого Cr_2S_3 и сероводорода H_2S , соответственно. В этом случае представляет интерес вопрос о проводимости каждого отдельно взятого сульфида металла, а также о степени влияния на развитие поверхностных разрядов. Данные задачи мы постараемся решить в наших дальнейших исследованиях.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что спектральные методы, в число которых входит ААС, могут служить инструментом для более эффективного глубокого диагностирования состояния внутренней изоляционной системы «жидкий диэлектрик — целлюлоза» в дополнение к традиционно-используемым. Так, с помощью высокочувствительного метода ААС установлен

элементный состав осадков и налетов в OIP-вводах. Полученные результаты указывают на то, что проводящими соединениями могут быть не только достаточно хорошо изученный Cu_2S , но и сульфиды других металлов и элементов (PbS, NiS, FeS, ZnS, Cr_2S_3 , CdS, CoS, MnS).

Очевидно, что образующиеся твердые, нерастворимые в масле продукты отлагаются на поверхности внутренних элементов аппарата и вызывают локальные нагревы. Сконцентрированная масса ионных примесей в сочетании с влагой обладает высокой электропроводностью, что создает условия для возникновения частичных, искровых и дуговых разрядов в диэлектриках. Результатом перегревов и электрических разрядов становится появление в масле газообразных продуктов, в том числе ацетилена C_2H_2 , т. е. диагностические газы (H_2 , CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 , C_2H_6 , CO, CO_2) помогают выявлять уже развивающиеся повреждения в масляном канале вводов. Однако, ХАРГ, как и другие традиционные методы испытания масла не позволяет заранее обнаруживать дефекты в масляном канале, связанные с формированием осадка из коллоидных частиц на поверхности элементах конструкции высоковольтного оборудования и возникновением частичных разрядов в этих местах. Очевидно, что для исключения подобного рода проблем необходимо осуществлять контроль содержания металлов в жидкой изоляции в процессе выполнения своих главных функций — диэлектрической и теплоот-

водящей. Поэтому следующим этапом усовершенствования контроля над состоянием изоляции является разработка экспрессной селективной, высокочувствительной методики определения элементов (металлов) в изоляционном масле, которое эксплуатируется в оборудовании. При этом очень важно установить граничное значение в количественном выражении по каждому металлу, а также их кумулятивного эффекта, превышение которого приведет к инициированию образования крайне нежелательного осадка. Такой контроль поможет принять своевременные меры по очистке и проведению необходимых соответствующих мероприятий по восстановлению электроизоляционных и теплоотводящих свойств масла, снизить разрушающее воздействие на твердую целлюлозную изоляцию. В целом они будут способствовать снижению риска возникновения технологического отказа высоковольтного аппарата.

Список использованных источников

1. Harichandanray S., Das J., Kumar R., Dixit P. A novel approach for bushing fault diagnosis: Power Grid India experience. Proc. of 47rd CIGRE Session. Paris. 2018; paper A2-208.
2. CIGRE brochure 755. Power transformers and reactors. Transformer bushing reliability. WG A2.43. 2019.
3. Ризванова Г. И., Гафиятуллин Л. Г., Гарифуллин М. Ш., Козлов В. К., Туранов А. Н. Особенности старения трансформаторного масла в реальных условиях эксплуатации. ИВУЗ. Проблемы энергетики 2015; (9–10): 91–94.
4. Митькин Ю. А., Мельникова О. С. Диагностические статистические характеристики пробивных напряжений масла действующих силовых трансформаторов 110 кВ. Вестник ИГЭУ 2016; (3): 40–46.
5. Степанов В. М., Судавный А. С. Дефекты в изоляции электротехнических устройств, приводящие к появлению частичных разрядов. Известия ТулГУ 2018; (6): 386–391.
6. Notingher V., Stancu C., Badicu L., Gorgan B., Busoi S., Tanasescu G. Concerning the power transformers insulation systems monitoring. Journal of International Scientific Publications Materials, Methods & Technologies 2017; (11): 101–120.
7. Falade A. J., Fabiyi S. D., Abdulkarim A. Reliability Assessment of Power Transformers for Oshogbo Area Control Center in Nigeria. Journal of Research Information in Civil Engineering 2016; 1(14): 1066–1081.
8. Александров А., Сазонов В. Современные методы диагностики. Дистанционная локация мест возникновения дефектов в изоляции высоковольтного оборудования подстанции. Электроэнергия. Передача и распределение 2016; S1(1): 34–37.
9. Кузнецов А. А., Григоришин К. Е. Акустико-эмиссионный контроль изоляции высоковольтного оборудования. Труды конференции: Разработка и эксплуатация электротехнических комплексов и систем энергетики и наземного транспорта 2018: 52–58.
10. Рыбаков Л. М., Белов В. В., Макарова Н. Л., Захватаева А. О. Методы и способы оценки состояния силовых трансформаторов в ходе эксплуатации. Вестник Чувашской ГСХА 2018; 2(5): 108–111.
11. Малюк Е. Г., Смирнова Е. В. Диагностика технического состояния электрооборудования. Электрические установки и технологии 2018; 1(4): 74–79.
12. Шутенко О. В. Анализ содержания газов в маслонаполненном оборудовании с дефектами электрического

- типа. Проблемы региональной энергетики 2018; 3(38): 1–16.
13. Лютикова М. Н., Коновалов А. А., Фефилов Н. Н., Загоруйко А. В. Разработка и опробование методики идентификации элементного состава осадков, образующихся в изоляционных минеральных маслах при эксплуатации высоковольтного оборудования. Системы. Методы. Технологии 2018; 4(40): 76–84.
 14. Sevastyanova O., Pasalskiy B., Zhmud B. Copper Release Kinetics and Ageing of Insulation Paper in Oil-Immersed Transformers. Engineering 2015; (7): 514–529.

References

1. Harichandanray S., Das J., Kumar R., Dixit P. A novel approach for bushing fault diagnosis: Power Grid India experience. Proc. of 47rd CIGRE Session. Paris 2018; paper A2-208.
2. CIGRE brochure 755. Power transformers and reactors. Transformer bushing reliability. WG A2.43. 2019.
3. Rizvanova G. I., Gafiyatullin L. G., Garifullin M. Sh., Kozlov V. K., Turanov A. N. Features of the aging of transformer oil in real operating conditions. IVUZ. Energy issues 2015; (9–10): 91–94. (In Russ.)
4. Mitkin Yu. A., Melnikova O. S. Diagnostic statistical characteristics of breakdown oil voltages of existing power transformers 110 kV. Bulletin of ISEU 2016; (3): 40–46. (In Russ.)
5. Stepanov V. M., Sudavny A. S. Defects in the insulation of electrical devices, leading to the appearance of partial discharges. Izvestiya TulGU 2018; (6): 386–391. (In Russ.)
6. Notingher V., Stancu C., Badicu L., Gorgan B., Busoi S., Tanasescu G. Concerning the power transformers insulation systems monitoring. Journal of International Scientific Publications Materials, Methods & Technologies 2017; (11): 101–120.
7. Falade A. J., Fabiyi S. D., Abdulkarim A. Reliability Assessment of Power Transformers for Oshogbo Area Control Center in Nigeria. Journal of Research Information in Civil Engineering 2016; 1(14): 1066–1081.
8. Aleksandrov A., Sazonov V. Modern diagnostic methods. Remote location of the places of occurrence of defects in the insulation of high-voltage equipment of the substation. Electricity Transmission and distribution 2016; S1 (1): 34–37. (In Russ.)
9. Kuznetsov A. A., Grigorishin K. E. Acoustic emission control of high-voltage equipment insulation. Conference proceedings: Development and operation of electrical complexes and energy systems and ground transportation 2018: 52–58. (In Russ.)
10. Rybakov L. M., Belov V. V., Makarova N. L., Zakhvataeva A. O. Methods and methods for assessing the status of power transformers during operation. Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy 2018; 2 (5): 108–111. (In Russ.)
11. Malyuk E. G., Smirnova E. V. Diagnostics of the technical condition of electrical equipment. Electrical installations and technology 2018; 1 (4): 74–79. (In Russ.)
12. Shutenko O. V. Analysis of gas content in oil-filled equipment with defects of the electrical type. Problems of regional energy 2018; 3 (38): 1–16. (In Russ.)
13. Lyutikova M. N., Konovalov A. A., Fefilov N. N., Zagoruyko A. V. Development and testing of a technique for identifying the elemental composition of sediments formed in insulating mineral oils during the operation of high-voltage equipment. Systems. Methods Technologies 2018; 4 (40): 76–84. (In Russ.)
14. Sevastyanova O., Pasalskiy B., Zhmud B. Copper Release Kinetics and Ageing of Insulation Paper in Oil-Immersed Transformers. Engineering 2015; (7): 514–529.

ДИСКУССИИ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-119-127>

УДК 62

О нарушениях Устава Российской Академии Наук (РАН)

Куличихин В. В.

ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»
ул. Красноказарменная, 14, 111250, г. Москва, Россия

Поступила / Received 24.04.2020

Принята к печати / Accepted for publication 10.06.2020

24.07.2016 г. большая группа академиков Российской Академии Наук (РАН) обратилась с письмом к Президенту Российской Федерации В. В. Путину, в котором они дали нелицеприятную оценку современного состояния российской науки. В нем был перечислен целый ряд мер, направленных на исправление создавшегося положения в науке, а также отмечено, что «время политической корректности закончилось, давно пора назвать вещи своими именами».

В декабре 2016 г. Президент Российской Федерации В. В. Путин на встрече с группой академиков РАН подчеркнул своевременность постановки указанных проблем и необходимость устранения отмеченных недостатков, обратив внимание на то, что в академики РАН должны избираться только выдающиеся ученые мирового уровня со значительными научными достижениями.

В связи с критической оценкой современного состояния российской науки в различных ее отраслях, высказанной в упомянутом письме академиков, представляет определенный интерес анализ научной деятельности и научных достижений некоторых российских ученых, в частности, в области теплоэнергетики. Для этого анализа были использованы статьи в журнале «Теплоэнергетика», а также Отчет по соглашению № 14.574.21.0017 с Министерством образования и науки РФ (далее — МИНОБРРФ) по повышению термодинамической и технико-экономической эффективности тригенерационных установок на объектах распределенной и малой энергетики.

Из данного анализа следует, что их авторы вводят научную общественность и руководство МИНОБРРФ в заблуждение относительно якобы повышения термодинамической и технико-экономической эффективности рассмотренных ими тригенерационных установок. Для подобных выводов нет никаких оснований, так как в перечисленных отчетных материалах вообще отсутствуют конкретные результаты экспериментальных и/или расчетных исследований термодинамической и технико-экономической эффективности тригенерационных установок. В связи с этим весьма странным выглядит подписание Комиссией МИНОБРРФ Акта о выполнении соглашения № 14.574.21.0017 «надлежащим образом».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Устав РАН, теплоэнергетика, анализ, соглашение, требования, исследования, результаты, недостоверные сведения

Адрес для переписки:

Куличихин В. В.
ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический институт»
ул. Красноказарменная, 14, 111250, г. Москва, Россия
Кафедра Промышленных теплоэнергетических систем

Для цитирования:

Куличихин В. В. О нарушениях Устава Российской Академии Наук (РАН). Надежность и безопасность энергетики. 2020. Т. 13, №2. – С. 119 – 127.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-119-127>

Address for correspondence:

Kulichikhin V. V.
FSBEI HE NRU «Moscow Power Engineering Institute»
Krasnokazarmennaya str., 14, 111250, Moscow, Russia

For citation:

Kulichikhin V. V. [On violations of the Charter of the Russian Academy of Sciences (RAS)]. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 2, pp. 119 – 127 (in Russian).
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-119-127>

On violations of the Charter of the Russian Academy of Sciences (RAS)

Kulichikhin V. V.

*FSBEI HE NRU «Moscow Power Engineering Institute»,
Krasnokazarmennaya str., 14, 111250, Moscow, Russia*

24.07.2016 a large group of academicians of the Russian Academy of Sciences (RAS) wrote a letter to the President of the Russian Federation V. V. Putin, in which they gave an unfavorable assessment of the current state of Russian science. The letter listed a number of measures aimed at correcting the current state of science, and noted that "the time of political correctness is over, it is high time to speak out openly calling things by their proper names".

Meeting with a group of academicians of the Russian Academy of Sciences in December of 2016, the President of the Russian Federation V.V. Putin stressed the timeliness of setting the above problems and the need to eliminate the noted deficiencies, drawing attention to the fact that only outstanding scientists of international standing with significant scientific achievements should be elected as academicians of the RAS.

In connection with the critical assessment of the current state of Russian science in its various fields, expressed in the aforesaid letter of the academicians, it is of some interest to analyze the scientific activities and scientific achievements of some Russian scientists, in particular, in the field of thermal power engineering. For this analysis, articles were used published in the *Teploenergetika* (Heat Power Engineering) journal as well as a Report prepared under agreement No. 14.574.21.0017 with the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (hereinafter — MoE&S) on improving the thermodynamic and technical-economic efficiency of trigeneration plants at distributed and small-scale power generation facilities.

As follows from this analysis, the authors of the aforesaid publications mislead the scientific community and the MoE&S concerning the alleged increase of thermodynamic and technical-economic efficiency of trigeneration plants considered by them. There are no grounds for such conclusions, since the listed materials contain no specific results of experimental and/or calculation studies of thermodynamic and technical-economic efficiency of trigeneration plants. It is therefore very strange that a Committee of the MoE&S signed an Act certifying "proper" implementation of Agreement No. 14.574.21.0017.

KEYWORDS: RAS Charter, thermal power engineering, analysis, agreement, requirements, research, results, unreliable information

В свете изложенного следует обратить внимание читателей на ряд положений Устава федерального государственного бюджетного учреждения «Российская Академия Наук» (РАН), который утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 июня 2014 г. № 589. В Уставе, в частности, в пункте 22 указывается, что «Академиками Академии избираются ученые, обогатившие науку трудами первостепенного научного значения».

В пункте 24 Устава указывается, что «Главной целью деятельности членов Академии является обогащение науки новыми знаниями и достижениями».

В пункте 31, е) Устава указывается, что «Члены Академии обязаны... соблюдать нормы научной этики, личным примером содействовать повышению престижа науки и авторитета члена Академии».

Но вернемся к письму академиков РАН Президенту РФ В. В. Путину

В нем они сетовали на то, что наблюдается «резкая активизация проходимцев от науки». Извините, но что они сами-то делают? Избирают в академики специалистов, которые не только не «обогадили науку трудами первостепенного научного значения», не «обогадили науку новыми знаниями и достижениями», но и не имеют сколько-нибудь существенных научных достижений, при отсутствии у них элементарных знаний в области

термодинамики, теории турбомашин и теплотехники, которые не соблюдают нормы научной этики и личным примером не содействуют повышению престижа науки и авторитета члена Академии.

Ярким примером является избрание в академики РАН Клименко Александра Викторовича. Очевидно, что академики РАН, голосовавшие «ЗА» избрание Клименко А. В. академиком РАН, не ознакомились с его статьями и Отчетом в МИНОБРРФ по соглашению № 14.574.21.0017 и не проанализировали их содержание.

Восполним этот пробел.

Для подтверждения вышеуказанного вывода достаточно проанализировать содержание статей академика Клименко А. В. с соавторами, обладающими, как и сам Клименко А. В., солидными научными степенями и званиями. Отметим попутно, что эти статьи были опубликованы в журнале «Теплоэнергетика», где он, кстати, числится главным редактором [1, 2]. Дополнительно целесообразно проанализировать содержание Отчета по соглашению с МИНОБРРФ № 14.574.21.0017.

Как известно, для оценки термодинамической эффективности различных установок и систем давно уже разработан и успешно используется исследователями как в России, так и за рубежом эксергетический метод термодинамического анализа (ЭМТА) [3–9].

В соответствии с этим методом критерием термоди-

наимической эффективности является эксергетический КПД. Только исследования, проведенные с применением этого метода, позволяют дать научно обоснованное заключение о термодинамической эффективности той или иной установки или системы.

Академик Клименко А. В. с соавторами в указанных статьях [1, 2], например, в [2, с. 39] предпочитают термин «характеристика».

Отметим, что к настоящему времени некоторые фирмы ряда ведущих стран ввели ЭМТА в качестве обязательной составляющей части разрабатываемых проектов, а также планов модернизации производств [9].

Из текстов статьи [1, с. 42], статьи [2, с. 39, с. 43] следует, что академику Клименко А. В. с соавторами известно о существовании такого метода, они неоднократно его упоминают, но только упоминают. Так, в сноске на с. 39 статьи [2] академик Клименко А. В. с соавторами указывают (дословная цитата):

«Для более детального исследования необходимо применение метода эксергетического анализа, позволяющего учесть различную ценность разных видов энергии (электроэнергия, тепло, холод). Однако это исследование выходит за рамки настоящей статьи» (?!).

Очень странная, если не сказать больше, логика академика Клименко А. В. с соавторами в данной статье. Признают необходимость использования ЭМТА, но почему-то его игнорируют не только в этой статье, но и в других опубликованных работах [1, 10–13].

В связи с этим выводы академика Клименко А. В. с соавторами о повышении термодинамической эффективности рассмотренных схемных решений в [1, 2] лженаучны и несостоятельны.

Более того, в статье [2, с. 40] академик Клименко А. В. с соавторами считают, что вместо ЭМТА для оценки термодинамической эффективности рассмотренных ими схемных решений для тригенерационных установок их «анализ, как правило, должен проводиться на базе системного подхода, позволяющего определить эффект от внедрения с учетом его воздействия на работу всех составляющих элементов тригенерационного комплекса, включающего и потребителей».

Однако, кроме деклараций о целесообразности применения так называемого системного подхода, предложенного в [10] еще семнадцать лет назад, не обнаруживается ни одной публикации академика Клименко А. В. с соавторами с реальным свидетельством эффективности применения этого подхода, кроме их голословных заявлений, не подтвержденных корректными экспериментами и расчетами.

Вместо эксергетического КПД, используемого в ЭМТА, и разрекламированного системного подхода в статье [2, с. 39] академик Клименко А. В. с соавторами в качестве «характеристики» термодинамической эффективности неожиданно применяют коэффициент использования тепла топлива (КИТТ). Однако его применение для данной цели лженаучно, он в науке никогда ранее не использовался и в настоящее время не используется в качестве такой «характеристики» [8, 9]. Его использование в данном аспекте свидетельствует о

слабых знаниях академика Клименко А. В. с соавторами в термодинамике и теплотехнике.

В статье [1, с. 44] академик Клименко А. В. с соавторами утверждают, что «детандер-генераторные агрегаты» (ДГА) могут служить для создания тригенерационных установок».

Между тем, академик Клименко А. В. с соавторами должны были бы знать, что тригенерационные установки предназначены для одновременной выработки трех видов энергии: электроэнергии, теплоты и холода.

Однако ДГА могут вырабатывать только два вида энергии, а именно, электроэнергию и холод, а теплота для подогрева природного газа (ПГ) перед, за или одновременно перед и за ДГА потребляется ими из постороннего (внешнего) источника, если он имеется в наличии. Из этого вытекает принципиальный и однозначный вывод о невозможности создания тригенерационных установок с использованием ДГА.

В статье [1, с. 43] академик Клименко А. В. с соавторами утверждают, что с помощью двух ДГА, включенных параллельно или последовательно, можно «организовать одновременное централизованное снабжение потребителей электроэнергией, теплом и холодом».

Однако этот вывод противоречит основам термодинамики и опровергается результатами расчетов показателей ДГА в обширных таблицах 1, 2 и 3 в статье академика Клименко А. В. с соавторами [1, с. 41–43]. Из них следует, что, несмотря на значительный подогрев ПГ перед ДГА, вплоть до 120°C, температура ПГ на выходе из ДГА находится в диапазоне от 6,10 до 31,70°C. Очевидно, что такой теплоноситель (газ) с такими низкими температурами не может быть использован ни в обратной, ни, тем более, в прямой линии теплосети централизованного теплоснабжения. Если же установить за первым ДГА последовательно второй ДГА, то на выходе из него температуры ПГ будут значительно отрицательными. Применение такого теплоносителя приведет к «разморозке» систем централизованного теплоснабжения.

В [1, 2] академик Клименко А. В. с соавторами молчаливо обходят стороной вопросы о том, из какого же источника в их расчетах и схемах должна быть взята теплота для осуществления эксплуатации рассмотренных детандерных и тригенерационных установок, какова ее величина, имеется ли этот источник теплоты необходимого потенциала на рекомендуемых ими объектах внедрения указанных установок, какой теплоноситель и с каким расходом используется в этих установках и куда он затем отводится.

Так, например, в статье [2, с. 42] академик Клименко А. В. с соавторами указывают, что в рассмотренных схемах тригенерационных установок предусмотрена подача в ПКТТ (парокомпрессионный термотрансформатор) дополнительного низкопотенциального тепла из внешнего источника, но что это за источник, каковы его характеристики в статье не указывается.

Без ответа на вышеуказанные вопросы рекомендации авторов ненаучны и несостоятельны.

В статье [1, с. 43–44] академик Клименко А. В. с соав-

торами утверждают, что ДГА могут найти применение в малой энергетике. Этот вывод сделан на основании расчетов параметров таких агрегатов с расходом ПГ $1000 \text{ нм}^3/\text{ч}$.

Однако, если бы академик Клименко А. В. с соавторами по известным методикам в теории турбомашин произвели расчет проточной части осевого ДГА в широком диапазоне изменений давлений и температур ПГ для указанного расхода, то они получили бы весьма интересный результат: длина сопловой лопатки первой ступени осевого ДГА на частоту вращения 3000 об/мин не превышала бы 1,2–2,08 мм. Очевидно, что такую проточную часть невозможно изготовить на самом современном технологическом оборудовании. И говорить о КПД такой проточной части вообще не имеет смысла.

Как показывают расчеты, выполненные автором данной статьи, для получения длины лопатки хотя бы в 15 мм расход ПГ в ДГА должен составлять около $12.000 \text{ нм}^3/\text{ч}$.

Следует учесть, что с целью обеспечения надежной работы оборудования объекта малой энергетики, на котором может быть произведен монтаж ДГА, расход ПГ в ДГА обычно принимается равным 30–40% от расхода ПГ, поступающего на объект. Тогда номинальный расход ПГ на объекте должен составлять от 30.000 до 40.000 $\text{нм}^3/\text{ч}$. Напомним, что, например, в широко распространенных водогрейных котлах типа КВГМ-11,63-150 расход ПГ составляет $1.290 \text{ нм}^3/\text{ч}$. Это означает, что на объекте малой энергетики (например, в котельной) должно быть установлено от 23 до 31 котла этого типа. Однако таких котельных в России вообще не существует.

В статье [2, с. 42–43] академик Клименко А. В. с соавторами утверждают, что преимуществом рассмотренных ими тригенерационных установок является повышение термодинамической эффективности энергоснабжения. Но как это можно утверждать, если авторы не проводили исследования этой самой термодинамической эффективности на основе ЭМТА или разрезанного ими так называемого системного подхода?

В статье [2] приводятся только описания схем различных установок и перечень необходимого технологического оборудования (рисунки 1 и 2 в данной статье), указываются стрелками направления движений теплоносителей и рабочих тел (хладоны, прямой и обратной сетевой воды и т. д.).

Предложенные авторами схемы

тригенерационных установок на рисунках 1 и 2 отличаются значительной сложностью из-за наличия большого количества технологического оборудования разного типа. Так, например, на рисунке 2 показана схема тригенерационной установки, в которой имеются паротурбинная установка 3 (в ее состав обязательно должны входить энергетический котел и паровая теплофикационная турбина), пиковый водогрейный котел 19, термотрансформатор парокомпрессионного типа 7, многочисленные трубопроводы различного назначения 1, 2, 4–6, 8–14, 16–18 (для хладагента, прямой и обратной сетевой воды, топлива, уходящих газов, дополнительного тепла). На схеме объект генерации обозначен цифрой 20, а цифрой 21 — блок потребителей (выделены тонкими штриховыми линиями). В блок 21 входит оборудование, потребляющее соответственно электроэнергию 22, холод 23 и тепло 24. Из-за сложности схемы вряд ли подобная тригенерационная уста-

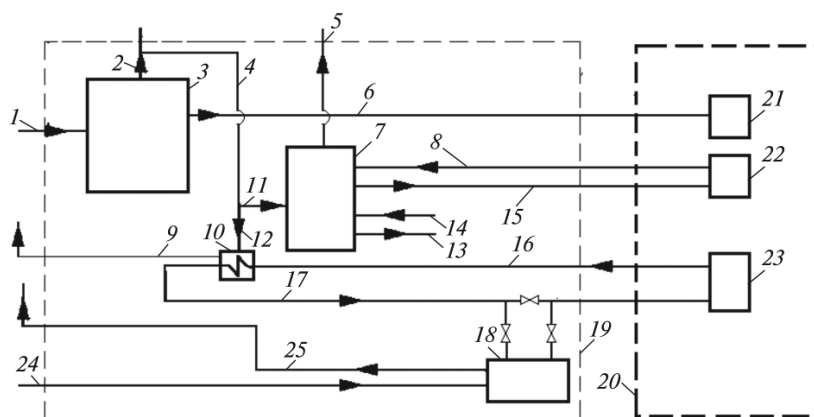


Рисунок 1. Структурная схема энергоснабжения потребителя от объекта генерации с газотурбинной установкой и термотрансформатором абсорбционного типа (заимствован из [2]).

Figure 1. Process flow chart of power supply of a consumer from a generating facility with a gas turbine unit and an absorptive type thermal transformer (taken from [2]).

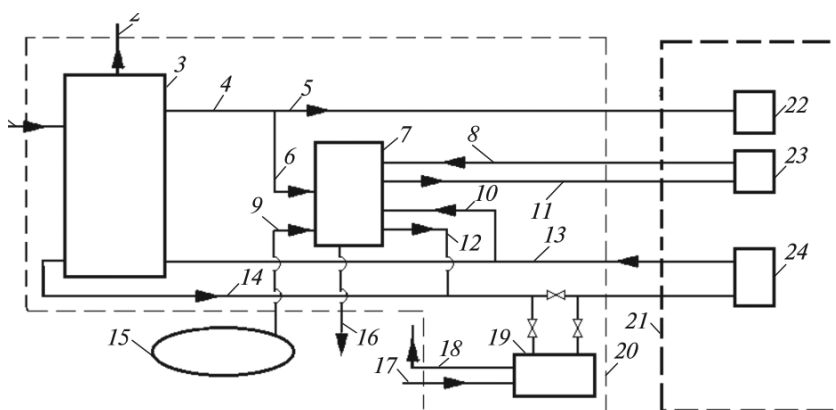


Рисунок 2. Структурная схема энергоснабжения потребителя от объекта малой энергетики с паротурбинной установкой теплофикационного типа и парокомпрессионным термотрансформатором (заимствован из [2]).

Figure 2. Process flow chart of power supply of a consumer from a small-scale power engineering facility with a steam turbine of cogeneration type and a steam-compression thermal transformer (taken from [2]).

новка может быть осуществлена в действительности.

Кроме того, в схеме предусмотрен источник дополнительного тепла 15. Но по неизвестной причине он выведен за пределы объекта генерации 20. Не указано, что это за источник, каковы его характеристики. При отсутствии на объекте возможного внедрения данной тригенерационной установки источника дополнительного тепла схема неработоспособна.

Таким образом, академиком Клименко А. В. с соавторами в [2] не приводятся абсолютно никаких данных по параметрам рабочих тел и теплоносителей (по расходам, температурам, давлениям).

Такая беллетристика вряд ли уместна для статьи в научно-техническом журнале «Теплоэнергетика», которая, к тому же, является завершающим этапом Отчета (как указывают академик Клименко А. В. с соавторами в сноске на с. 37 в статье [1] и в сноске на с. 37 в статье [2]) по соглашению № 14.574.21.0017 с МИНОБРРФ).

Схемы тригенерационных установок (рисунки 1 и 2) авторы сумели-таки нарисовать, но из-за их сложности оказались не в состоянии выполнить расчеты термодинамической и технико-экономической эффективности этих установок.

В статье [1] академиком Клименко А. В. с соавторами приводится схема ДГА (рисунок 1, с. 38), в которой в теплообменник 8 теплоноситель подается по двум трубопроводам одновременно. Об этом свидетельствуют стрелка на нижнем трубопроводе и обозначение насоса 7 на верхнем трубопроводе. Отсутствует трубопровод, отводящий теплоноситель из теплообменника 8. Однако такой теплообменник неработоспособен (рисунок 3 в данной статье). Название этого рисунка свидетельствует о том, что в статье речь идет только о генерации холода с помощью ДГА, и, следовательно, она не имеет никакого отношения к тематике соглашения с МИНОБРРФ об исследовании эффективности тригенерационных установок.

В этой же статье [1] в таблице 3 (с. 43) академик Клименко А. В. с соавторами приводят впервые в мире новую, до настоящего времени неизвестную в науке и практике размерность для энтальпии ПГ, а именно, кДж/(кг.К).

Наличие таких «ляпов» говорит о халатности при подготовке рукописи статьи к печати академика Клименко А. В. с соавторами, в том числе и его, как главного редактора, а также о халатности рецензентов, штатных редакторов.

Публикация статей с неграмотными рекомендациями по внедрению детандерных и тригенерационных установок в журнале «Теплоэнергетика» свидетельствует также о низком уровне знаний в термодинамике рецензентов, которые дали положительные отзывы на эти статьи.

Следует отметить, что журнал «Теплоэнергетика» переводится на английский язык, и подобные «ляпы», снижающие рейтинг журнала, просто недопустимы.

Хотелось бы отметить, что статьи академика Клименко А. В. с соавторами о высоких достоинствах детандерной технологии появились в 2016–2017 гг., хотя все

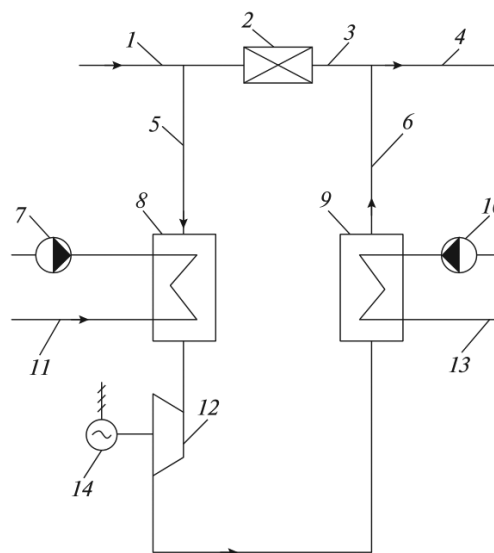


Рисунок 3. Принципиальная схема установки на базе ДГА для генерации холода (заимствован из [1])

Figure 3. Schematic diagram of an EGU-based plant for cold generation (taken from [1])

четыре ДГА на ТЭЦ-21 и ТЭЦ-23 Мосэнерго были выведены из эксплуатации по решению руководства Мосэнерго еще в 2010 г. из-за крайне отрицательных результатов их эксплуатации (потеря мощности у турбины, из которой отбирался пар для подогрева ПГ перед ДГА, значительные пережоги ПГ в энергетических котлах, расположенных в соответствии с тепловой схемой за ДГА). Одновременно была полностью закрыта ранее разработанная в 2007 г. программа сооружения в Мосэнерго на различных ТЭЦ ДГА суммарной мощностью 100 МВт в течение 2007–2012 гг.

Единственным объяснением факта публикации в 2016 г. статей [1, 2] в журнале «Теплоэнергетика», где, напомним, главный редактор академик Клименко А. В., являлось стремление академика Клименко А. В. с соавторами хоть как-то и хоть чем-то отчитаться за полученные и потраченные субсидии МИНОБРРФ по соглашению № 14.574.21.0017. Отметим повторно, что статья [1], в которой рассматривались возможные параметры ДГА, вообще не относилась к тематике данного соглашения, в котором должны рассматриваться вопросы создания только тригенерационных установок.

Автору данной статьи с большим трудом удалось ознакомиться с Отчетом по соглашению № 14.574.21.0017, направленным в МИНОБРРФ. В Отчете академик Клименко А. В. являлся научным руководителем, а д.т.н., профессор Агабабов В. С.¹ — ответственным исполнителем. Анализ содержания этого Отчета показал, что академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С.

1) Не представили абсолютно никаких результатов экспериментальных и/или расчетных исследований

¹ В письме Председателя Комиссии РАН по лженауке, академика Александрова Е. Б. в адрес автора данной статьи указывается, что докторская диссертация профессора Агабабова В. С. — плагиат.

термодинамической и/или технико-экономической эффективности термотрансформаторов парокompрессионного типа с различными рабочими телами (хладагентами).

В этапе 1 Отчета академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. указали, что «подготовлены экспериментальные стенды для проведения исследований эффективности термотрансформаторов парокompрессионного типа с различными рабочими телами (хладагентами)».

Следует отметить, что академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. для слова «стенд» используют множественное число. Это означает, что стендов должно быть, по меньшей мере, два.

Однако в Отчете не приводятся сведения о назначении каждого из них, о конструкции термотрансформаторов парокompрессионного типа и других узлов экспериментальных стендов, их тепловых схемах, схемах экспериментальных измерений, использованных измерительных приборах, перечне исследованных «различных рабочих тел (хладагентов)», исследованных режимах работы этих установок.

Отсутствие в Отчете и статьях академика Клименко А. В. с соавторами сведений о «подготовленных стендах» и результатов экспериментальных исследований на стендах позволяет с высокой вероятностью предположить, что такие стенды в действительности вообще не были созданы.

Автор данной статьи обращался с просьбой к заместителю директора Департамента науки и технологий Министерства образования и науки А. В. Аникееву выехать в НИУ «МЭИ» для ознакомления с экспериментальными стендами. Но он категорически отказался. Этот отказ говорил о многом.

Стерильная чистота: никаких сведений об эффективности термотрансформаторов (по термодинамике, экономике), о КПД, расходах, температурах, давлениях хладагона, прямой и обратной сетевой воды, топлива, уходящих газов и т. д.

И в том числе по разрекламированному академиком Клименко А. В. с соавторами системному подходу.

В связи с отсутствием результатов экспериментальных и расчетных исследований весьма странным выглядит подписание Комиссией МИНОБРРФ Акта о выполнении соглашения № 14.574.21.0017, в котором «обязательства по соглашению признаны выполненными надлежащим образом».

2) В Отчете этап 3 академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. просто-напросто переписали из этапа 2. Для доказательства этого факта приведем только часть текста из этапов 2 и 3.

«Этап 2. Основные результаты:

– разработана Программа и методика проведения расчетных исследований термодинамической эффективности тригенерационных установок, включающих себя энергогенерирующее оборудование и термотрансформаторы различных типов,

– проведены расчетные исследования термодинамической эффективности тригенерационных установок, включающих в себя энергогенерирующее оборудование и трансформаторы различных типов при различных режимах работы,

– проведены экспериментальные исследования эффективности применения в термотрансформаторах парокompрессионного типа различных рабочих тел (хладагентов) (?),

– разработана Программа и методика расчетных исследований распределения температурных полей в открытых термодинамических системах при решении задачи моделирования распределения температурных полей в области установки геотермальных тепловых насосов,

– проведены расчеты температурных полей в открытых термодинамических системах при решении задачи моделирования распределения температурных полей в области установки геотермальных тепловых насосов,

– разработана Программа и методика экспериментальных исследований работы термотрансформаторов парокompрессионного типа при использовании различных рабочих тел (хладагентов)».

«Этап 3. Основные результаты:

– разработана Программа и методика проведения расчетных исследований термодинамической эффективности тригенерационных установок, включающих в себя энергогенерирующее оборудование и термотрансформаторы различных типов,

– проведены расчетные исследования термодинамической эффективности тригенерационных установок, включающих в себя энергогенерирующее оборудование и трансформаторы различных типов при различных режимах работы,

– проведены экспериментальные исследования эффективности применения в термотрансформаторах парокompрессионного типа различных рабочих тел (хладагентов) (?),

– разработана Программа и методика расчетных исследований распределения температурных полей в открытых термодинамических системах при решении задачи моделирования распределения температурных полей в области установки геотермальных тепловых насосов,

– проведены расчеты температурных полей в открытых термодинамических системах при решении задачи моделирования распределения температурных полей в области установки геотермальных тепловых насосов,

– разработана Программа и методика экспериментальных исследований работы термотрансформаторов парокompрессионного типа при использовании различных рабочих тел (хладагентов)».

Из сопоставления текстов этапов очевидно, что этап 3 переписан из этапа 2. Но здесь можно отметить определенный прогресс. Если профессор Агабабов В. С. в своей докторской диссертации заимствовал целые абзацы текста, рисунки и формулы из чужой кандидатской диссертации, то теперь в Отчете академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. переписывают текст уже сами у себя.

3) В Отчете академик Клименко и профессор Агабабов В. С. сообщили недостоверные сведения о представленных докладах по заявленной теме соглашения с МИНОБРРФ № 14.574.21.0017 на нескольких международных конференциях. Однако:

- на седьмой международной школе-семинаре молодых ученых и специалистов «Энергосбережение — теория и практика» 13–17 октября 2014 г. Клименко А. В. (в то время член-корреспондент РАН) ограничился только приветственным словом — доклад не был представлен.
- на XXI Межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов в г. Волжском 25–29 мая 2015 г. — доклад не был представлен,
- на Всероссийской конференции «Энергетика России в XXI веке. Инновационное развитие и управление», г. Иркутск, 2015 г. — доклад не был представлен.

Эти сведения легко могут быть получены при ознакомлении с Программами конференций или со сборниками докладов, представленных на них.

В [2] академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. предложили так называемый метод качественного анализа различных вариантов технических решений при выборе того или иного сочетания электро- и теплогенерирующего оборудования и трансформаторов. Суть его состоит в том, что, исходя из личных представлений о качестве той или иной схемы и личных предпочтений академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. заранее выбирают предпочтительный вариант по «картинке» и только затем определяют его технико-экономические показатели. Но этот метод качественного анализа вариантов весьма далек от науки и напоминает действия экстрасенсов на телеканале ТНТ.

В данной статье доказано, что академик Клименко А. В., как научный руководитель темы, в статьях и Отчете по соглашению №14.574.21.0017 с МИНОБРРФ:

- не представил результаты «первостепенного научного значения» (вообще не представил каких-либо результатов исследований термодинамической и технико-экономической эффективности тригенерационных установок),
- не «обогастил науку новыми знаниями и достижениями»,
- переписал текст из одного этапа Отчета в другой,
- представил недостоверные сведения о докладах на ряде конференций,
- и, тем самым, не соблюдал нормы научной этики,
- и не содействовал личным примером повышению престижа науки и авторитета члена Академии.

В дополнение к этой негативной характеристике научного уровня и моральных качеств академика Клименко А. В., а также Отчета, направленного академиком Клименко А. В. в МИНОБРРФ, автор данной статьи направил 18.12.2019 г. обращение Ректору Национального исследовательского университета «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ») д.т.н., профессору Роголеву Н. Д. с просьбой дать оценку его научной деятельности.

Ректором НИУ «МЭИ» была создана Комиссия во главе с начальником правового управления Беловой О. А., которая представила Ректору НИУ «МЭИ» Докладную записку от 10 января 2020 г.

Приведем выдержки из этой Докладной записки, касающиеся непосредственно академика Клименко А. В. (цитата):

«Комиссия вышла на проверку в подразделение НИО НТИЦ ЭТТ, в которое входит НИЛ «Научно-методических проблем энергоэффективности», где непосредственно оформлен и осуществляет свою трудовую деятельность Клименко А. В.

Клименко А. В. на момент проверки указанного подразделения на рабочем месте отсутствовал, трудовой договор с ним заключен по основному месту работы в данном подразделении на 0,5 ставки.

Клименко А. В. как главный научный сотрудник НИЛ «Научно-методических проблем энергоэффективности» фактически своих обязанностей не исполняет. Его трудоустройство по факту является притворным, так как никаких задач и трудовой функции он не выполняет. Получает заработную плату Клименко А. В. из свободных средств Университета».

В соответствии с рекомендациями Комиссии Клименко А. В. приказом Ректора уволен из НИУ «МЭИ».

Из представленных фактов следует, что Клименко А. В. вообще не имеет никаких научных достижений в отечественной теплоэнергетике и, как раз, является одним из «проходимцев от науки», о которых в обращении от 24.07.2016 г. Президенту РФ В. В. Путину сообщала большая группа академиков РАН.

Вряд ли с такими академиками можно обеспечить прорыв в науке, в частности, в теплоэнергетике, на который Президент РФ рассчитывает в ежегодных Посланиях.

В интервью (ноябрь 2019 г.) Президента РАН корреспонденту «Российской газеты» («РГ») сообщалось, что академики РАН ежемесячно получают выплаты в размере 100.000 рублей.

Такие ежемесячные выплаты Клименко А. В. при отсутствии у него научных достижений (фактически «ни за что») выглядят весьма кощунственно по сравнению с выплатами, назначенными Указом Президента РФ В. В. Путина медицинским работникам, которые самоотверженно борются ежедневно с коварным коронавирусом (напомню, всего максимально по 80.000 рублей и только в течение трех месяцев).

А между тем Клименко А. В. получает вышеуказанные выплаты уже более трех лет.

На основании изложенного автор данной статьи неоднократно направлял обращения Президенту РФ В. В. Путину и Президенту РАН, академику Сергееву А. М. с просьбой принять Решения о лишении Клименко А. В. звания академика РАН и о прекращении выплат ему за данное звание.

Однако они в течение длительного периода времени не рассматриваются по существу без объяснения причин.

Примечание. Как уже указано выше, автор данной статьи неоднократно направлял обращения Президенту РФ В. В. Путину о создавшейся в РАН ситуации.

Сотрудниками Управления Президента по рассмотрению обращений граждан эти обращения перенаправлялись в различные организации, в частности, в Министерство образования и науки РФ, в РАН, Прокуратуру г. Москвы.

Однако чиновники указанных государственных учреждений не выступили как защитники государственных интересов, не предприняли меры по возвращению в госбюджет бюджетных средств, выплаченных Министерством образования и науки РФ за «Отчет-пустышку», отмалчивались или направляли в адрес автора данной статьи «письма-отписки».

А между тем, для получения ответов на вопросы о том, были ли созданы Клименко А. В. экспериментальные стенды для исследования характеристик тригенерационных установок с термотрансформаторами пароконденсационного типа, были ли проведены Клименко А. В. их экспериментальные исследования (за что были получены субсидии Министерства), достаточно было направить запрос в НИУ «МЭИ» с целью получения определяющей информации:

- какая организация разрабатывала чертежи деталей, узлов, сборочных и компоновочных чертежей, тепловых схем и схем измерений на стендах?
- какая организация производила изготовление узлов и деталей стендов?
- какая организация производила монтаж экспериментальных стендов?
- какая организация производила поставку различных рабочих тел (хладагентов)?
- имеются ли документы, подтверждающие выполнение перечисленных работ и их оплату? и т. д.

Но почему-то ни одна из вышеперечисленных организаций и, в особенности Прокуратура, не изъявила желание запросить эту информацию. Это нежелание, а также отказ господина А. В. Аникеева посетить НИУ «МЭИ» складываются в общую довольно странную и неприглядную картину.

Выводы

1. Анализ работ [1, 2, 10–13] по детандерной и тригенерационной технологиям позволяет заключить о слабостью теоретической подготовке академика Клименко А. В. и его соавторов в области термодинамики, теории турбомашин и теплотехники, несмотря на наличие у них высоких ученых степеней и званий.

2. Академик Клименко А. В. и соавторы не владеют известным эксергетическим методом термодинамического анализа, и, следовательно, их выводы о высокой термодинамической эффективности рассмотренных схем детандерных и тригенерационных установок ненаучны и несостоятельны.

3. Академик Клименко А. В. и соавторы рекомендуют для оценки термодинамической и технико-экономической эффективности установок и систем так называемый системный подход, предложенный в [10] еще семнадцать лет назад, однако не обнаруживается ни одной публикации академика Клименко А. В. и соавторов с

реальным свидетельством эффективности применения этого подхода, кроме их голословных заявлений, не подтвержденных корректными экспериментами и расчетами.

4. Академик Клименко А. В. и соавторы в качестве «характеристики» термодинамической эффективности применяют коэффициент использования тепла топлива (КИТТ), однако применение этого коэффициента для определения термодинамической эффективности тригенерационных установок ненаучно, он в науке никогда ранее не использовался и в настоящее время не используется в качестве такой «характеристики».

5. Академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. предложили ненаучный метод качественного анализа, при котором выбор оптимального варианта технических решений для электро- и теплогенерирующего оборудования производится на основе личных представлений и личных предпочтений авторов, и лишь затем определяются технико-экономические показатели выбранного варианта.

6. Академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. в Отчете, направленном в МИНОБРРФ во исполнение соглашения № 14.574.21.0017, не представили абсолютно никаких результатов экспериментальных и/или расчетных исследований термодинамической и/или технико-экономической эффективности термотрансформаторов пароконденсационного типа с различными рабочими телами (хладагентами), занимались переписыванием содержания последующего этапа Отчета из предыдущего, сообщили недостоверные сведения о представленных ими докладах по заявленной теме на нескольких международных конференциях.

7. Академик Клименко А. В. и соавторы в статьях [1, 2] и в Отчете по соглашению с МИНОБРРФ № 14.574.21.0017 не обосновали новые технические решения и не определили перспективные направления для повышения термодинамической и технико-экономической эффективности объектов распределенной и малой энергетики.

Следовательно, академик Клименко А. В. и профессор Агабабов В. С. не выполнили обязательства по данному соглашению.

8. В связи с изложенным весьма странным выглядит подписание Комиссией МИНОБРРФ Акта о выполнении соглашения № 14.574.21.0017, в котором «обязательства по соглашению признаны выполненными надлежащим образом».

9. Академик Клименко А. В. и соавторы предложили схемы централизованного теплоснабжения на базе ДГА, которые неосуществимы из-за нарушений законов термодинамики.

10. Избрание Клименко А. В. академиком РАН и назначение его главным редактором журнала «Теплоэнергетика», соучредителем которого является РАН, являются грубейшими ошибками РАН.

При избрании Клименко А. В. академиком РАН нарушены пункты 22, 24 и 31, е) Устава РАН.

11. При наличии таких «академиков» в РАН невоз-

можно обеспечить прорыв в науке, на который рассчитывает Президент Российской Федерации В. В. Путин в своих ежегодных Посланиях.

Список использованных источников

1. Генерация холода с применением детандер-генераторных агрегатов / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, А. В. Корягин, Ю. О. Байдакова // Теплоэнергетика 2016, 5: 37–44
2. Схемы тригенерационных установок для централизованного энергоснабжения / А. В. Клименко, В. С. Агабабов, И. П. Ильина, В. Д. Рожнатовский, А. В. Бурмакина // Теплоэнергетика 2016, 6: 36–43.
3. Андриющенко А. И. Термодинамические расчеты оптимальных параметров тепловых электростанций / Москва, Высшая школа 1963 г.
4. Бродянский В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа / Москва. Энергия 1973 г.
5. Соколов Е. Я., Бродянский В. М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения. / Москва, Энергоиздат 1981.
6. Бродянский В. М., Флештер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения / Москва, Энергоатомиздат 1988 г.
7. Мартынов А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения / Москва, Энергоатомиздат 1989 г.
8. Эксергетический КПД – основной критерий эффективности энергетических установок и петротермальных ТЭС / А. В. Мартынов, Н. Е. Кутько, С. В. Григорьев, Д. В. Никифорова / Надежность и безопасность энергетики 2014, 2: 52–55.
9. Возникновение и развитие эксергетического метода термодинамического анализа. / А. В. Мартынов, В. В. Куличихин, Н. В. Калинин, А. И. Рожкова / Энергосбережение и водоподготовка 2016, 6: 39–44.
10. Агабабов В. С. Влияние детандер-генераторных агрегатов на тепловую экономичность ТЭЦ. / Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. // Москва, МЭИ (ТУ) 2003 г.
11. Агабабов В. С. К вопросу анализа эффективности использования турбодетандеров в схемах тепловых электростанций // Энергосбережение и водоподготовка 2017, 2: 71–73.
12. Влияние детандер-генераторных агрегатов на тепловую экономичность ТЭЦ / Э. К. Аракелян, А. В. Андрушин, В. С. Агабабов, Ю. Л. Гуськов, В. В. Кудрявый, А. В. Корягин, А. А. Степанец // Электрические станции, спецвыпуск 1997: 77–82.

13. Агабабов В. С. Методика оценки влияния детандер-генераторного агрегата на тепловую экономичность ТЭЦ / Вестник МЭИ 2002, 5: 48–52.

References

1. Cold generation with application of expander-generator units (in Russian) / A. V. Klimenko, V. S. Agababov, A. V. Koryagin, Yu. O. Baydakova /// Teploenergetika 2016, 5: 37–44.
2. Schemes of trigeneration plants for centralized power supply (in Russian) / A. V. Klimenko, V. S. Agababov, I. P. Ilyina, V. D. Rozhnatovskiy, A. V. Burmakina // Teploenergetika 2016, 6: 36–43.
3. Andryushchenko A. I. Thermodynamic calculations of optimal parameters of thermal power stations (in Russian) / Moscow, Vysshaya Shkola, 1963.
4. Brodianskiy V. M. Exergy method of thermodynamic analysis (in Russian) / Moscow. Energia 1973.
5. Sokolov E. Ya., Brodianskiy V. M. Energy bases of heat and cooling processes transformation (in Russian) / Moscow, Energoizdat 1981.
6. Brodianskiy V. M., Fleshter V., Mikhalek K. Exergy method and its applications (in Russian) / Moscow, Energoizdat, 1988.
7. Martynov A. V. Installations for heat and cooling transformation (in Russian) / Moscow, Energoatomizdat, 1989.
8. Exergic efficiency as the key criterion of efficiency of power installations and petrothermal TPPs (in Russian) / A. V. Martynov, N. E. Kutko, S. V. Grigoryev, D. V. Nikiforova / Reliability and Safety of Power Engineering 2014, 2: 52–55.
9. Origination and development of the exergy method of thermodynamic analysis (in Russian) / A. V. Martynov; V. V. Kulichikhin, N. V. Kalinin, A. I. Rozhkova / Energy-Saving and Water Treatment 2016: 6: 39–44.
10. Agababov V. S. Influence of expander-generator units on thermal efficiency of CHP (in Russian) / Doctoral thesis (Dr. Eng.) // Moscow, MPEI (TU) 2003.
11. Agababov V. S. On analysis of efficiency of using turbo-expanders in the schemes of thermal power stations // Energy-Saving and Water Treatment 2017, 2: 71–73.
12. Influence of expander-generator units on thermal efficiency of CHP/ E. K. Arakelyan, A. V. Andryushin, V. S. Agababov, Yu. L. Guskov, V. V. Kudryavy, A. V. Koryagin, A. A. Stepanets // Electric Power Plants, special issue 1997: 77–82.
13. Agababov V. S. Methodology for assessment of influence of expander-generator units on thermal efficiency of TPP/ MPEI Bulletin 2002, 5: 48–52.



СОЦИОЛОГИЯ И ЭНЕРГЕТИКА

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-128-135>

УДК 316.774

PR как инструмент развития атомной энергетики в России и за рубежом

Мищенко К. В., Ужанов А. Е.*

Международный институт энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД России
119454, г. Москва, проспект Вернадского, 76 корп. 1

Поступила / Received 1.06.2020

Принята к печати / Accepted for publication 24.06.2020

Представлена авторская оценка влияния PR-технологий на развитие атомной энергетики в России и в ряде зарубежных стран (США, Китай, Япония, Франция). Определено, что уже на этапе разработки проектов ядерной генерации и других объектов атомной промышленности применение связей с общественностью (PR), в сердцевине которых находится целенаправленное воздействие на общественное мнение и взаимодействие с целевыми аудиториями (ЦА), оказывает существенное влияние на принятие решений в пользу строительства АЭС, минимизирует протестное поведение населения. Показано, что преимущества атомной энергетики в ряду альтернативных источников энергии для укрепления социально-экономического потенциала государств и повышения уровня их экологического благополучия наиболее четко, быстро и эффективно раскрываются с использованием инструментов public relations. PR позволяет на концептуальном, социально-психологическом и социологическом уровнях сформировать адекватное и корректное представление о физических и химических основах построения атомной энергетики, об основных угрозах и системах по их минимизации или полному устранению, а также формирует в предметно-инструментальной проекции технологическую и структурно-организационную возможности развивать атомно-энергетические проекты как в России, так и в зарубежных странах. Критически описана и аналитически сопоставлена деятельность иностранных и российских компаний, направленная на обеспечение лояльного общественного мнения в отношении атомных проектов. Хронологические рамки охватывают современный период: с начала 2000-х по 2020 год. Данный промежуток времени отмечается как наиболее показательный для развития атомной энергетики государств мира. Приведены статистические данные по изменению отношения общественности разных стран к перспективе развития атомной энергетики после катастроф на Чернобыльской АЭС и Фукусиме-1. Сделан вывод о том, что именно PR в его комплексном применении способствует принятию государственных решений и общественной поддержке в строительстве АЭС в России и за рубежом.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атомная энергетика, ядерная медицина, коммуникационная политика, Росатом, связи с общественностью, Институт онкоэндокринологии (Россия).

Адрес для переписки:

Ужанов А. Е.
Международный институт энергетической политики
и дипломатии МГИМО МИД России
119454, г. Москва, проспект Вернадского, 76 корп. 1
e-mail: uzhanov@mail.ru

Address for correspondence:

Uzhanov A. E.
International Institute of energy policy and diplomacy
MGIMO MFA of Russia
119454, Moscow, Prospekt Vernadskogo, 76 bldg. 1
e-mail: uzhanov@mail.ru

Для цитирования:

Мищенко К. В., Ужанов А. Е. PR как инструмент развития атомной энергетики в России и за рубежом. Надежность и безопасность энергетики. 2020. Т. 13, №2. – С. 128 – 135.
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-128-135>

For citation:

Mishchenko X. V., Uzhanov A. E. PR as a tool for the development of nuclear energy in Russia and abroad. Nadezhnost' i bezopasnost' energetiki = Safety and Reliability of Power Industry. 2020, vol. 13, no. 2, pp. 128 – 135 (in Russian).
<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-128-135>

PR as a tool for the development of nuclear energy in Russia and abroad

Mishchenko X. V., Uzhanov A. E.

*International Institute of energy policy and diplomacy MGIMO MFA of Russia
119454, Moscow, Prospekt Vernadskogo, 76 building 1*

The author estimates the impact of PR technologies on the development of nuclear power in Russia and in a number of foreign countries (USA, China, Japan, France). It is determined that as soon as at the stage of development of nuclear generation projects and other nuclear industry facilities, the use of public relations (PR), with a targeted impact on public opinion and interaction with target audiences (TA) at its core, has a significant impact on decision-making in favor of the construction of nuclear power plants, minimizes the protest behavior of the population. It is shown that the advantages of nuclear power among alternative energy sources for strengthening the socio-economic potential of states and increasing their environmental well-being are most clearly, quickly and effectively disclosed through using public relations tools. PR enables to form an adequate and correct understanding of the physical and chemical foundations of nuclear power engineering, the main threats and systems for their minimization or complete elimination at the conceptual, socio-psychological and socio-logical levels, as well as to form, in terms of specific objects and tools, the technological and organizational facilities for the development of nuclear energy projects both in Russia and in foreign countries. The activities of foreign and Russian companies aimed at ensuring loyal public opinion in relation to nuclear projects are critically described and analytically compared. The chronological framework covers the recent period: from the beginning of the 2000s to 2020. This period is noted as the most significant for the development of nuclear power in the world. Statistical data on changes in the attitude of the public in different countries to the prospects for the development of nuclear energy after the Chernobyl and Fukushima-1 disasters are presented. It is concluded that it is PR in its integrated application that contributes to government decision-making and public support in the construction of nuclear power plants in Russia and abroad.

KEYWORDS: nuclear energy, nuclear medicine, communication policy, Rosatom, public relations, Institute of Onco-endocrinology (Russia).

Сегодня атомная энергетика позволяет обеспечить устойчивое энергоснабжение мира, вносит существенный вклад в природосбережение, а также дает человечеству шанс создать и применять в интересах цивилизованного развития принципиально новые материалы и ресурсосберегающие технологии [1, 2]. Однако, население многих стран, ориентируясь на негативные последствия катастроф на Чернобыльской АЭС и японской АЭС Фукусима-1, выступают против строительства новых генерирующих атомных объектов. Соответственно, решение стран о переходе на атомную энергетику поставлено в зависимость от общественного мнения и от эффективности работы с ним, т. е., от статуса и продуктивности PR, как инструмента, и его технологий.

PR-технологии в системном и комплексном применении эффективно сказываются на повышении доверия населения к АЭС и ядерным инфраструктурам. PR инструментально способствует ключевым государственно-политическим решениям в отношении ядерных объектов и стран-разработчиков, влиятельной общественной поддержке строительству объектов атомной генерации, ядерного топливного цикла, научно-исследовательских и ядерно-медицинских реакторов.

Тенденции развития современной атомной энергетики

Начиная с 2000-х годов, ядерная энергетика находится на этапе подъёма, который обусловлен масштабным

строительством АЭС в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Согласно прогнозам Всемирной ядерной ассоциации, к 2030 г. мощность АЭС возрастет на 27%, а к 2035 г. на 40% [1, 2].

Научный анализ позволяет выделить следующие преимущества атомной энергетики [2, 3, 4]:

1. Энергоёмкость.

Согласно данным госкорпорации Росатом, 1 килограмм урана, который используется в ядерном топливе при полном сгорании, выделяет энергию, равную сжиганию 100 тонн высококачественного каменного угля¹.

2. Повторное использование.

В ядерном топливе уран-235 сгорает не полностью, что позволяет его использовать повторно после регенерации. Кроме того, возможен переход на замкнутый топливный цикл, что означает полное отсутствие отходов².

3. Уменьшение воздействия парникового эффекта.

В Европе атомные станции ежегодно позволяют избежать выбросов 700 млн тонн углекислого газа. В России действующие АЭС ежегодно предотвращают выброс 210 млн тонн углекислого газа³.

¹ Росатом: [сайт]. URL: <http://www.rusatom-overseas.com/ru/nuclear-energy/benefits-of-nuclear-energy/> (дата обращения 20.01.2020)

² Росатом: [сайт]. URL: <http://www.rusatom-overseas.com/ru/nuclear-energy/benefits-of-nuclear-energy/> (дата обращения 20.01.2020)

³ Росатом: [сайт]. URL: <http://www.rusatom-overseas.com/ru/nuclear-energy/benefits-of-nuclear-energy/> (дата обращения 20.01.2020)

4. Развитие экономики и укрепление научно-технологического потенциала⁴.

При сооружении станции одно рабочее место создаёт более десяти рабочих мест в смежных отраслях. Развитие атомной энергетики способствует росту научных исследований и интеллектуального потенциала страны.

Оценка отношения общественности к ядерной энергетике в России и за рубежом

Несмотря на явные достоинства атомной энергетики, в мире к ней остается неоднозначное отношение, что сдерживает развитие столь перспективного источника электроэнергии [4].

Согласно данным доктора технических наук, профессора кафедры АЭС Одесского национального политехнического университета Барбашева С. В., если в 2012 г. в Японии 43% населения выступали за сокращение числа АЭС, то в 2014 г. уже 69% голосовали за полный отказ от использования атомной энергетики⁵.

К вопросу развития ядерной энергетики постепенно возвращается Польша, которая отказалась от работы над созданием ядерного реактора после катастрофы на Чернобыльской АЭС. Хотя, по словам министра экономики Польши Петра Возняка, строительство новой атомной станции позволит Польше уменьшить свою зависимость от газа и нефти из России⁶.

В Финляндии расположены две действующие АЭС, которые начали вырабатывать электроэнергию между 1982–1987 гг. Было запланировано строительство третьей станции, однако после катастрофы на Чернобыльской АЭС на проект было наложено вето парламента страны. В 2002 г. законодатели приняли решение путём голосования (107 голосов против 92) о строительстве пятого реактора, благодаря чему доля АЭС на финском рынке выросла примерно до 35%⁷.

Во Франции и США атомная энергетика получает государственные дотации, поддерживающие исследовательские направления и фонды страхования непредвиденных ситуаций. При этом экологические организации этих стран активно выступают против атомных станций. Группа Greenpeace утверждает, что ни одна станция не защищена от аварий, а повторение катастроф ЧАЭС или Фукусима-1 снизит все выгоды

от снижения выбросов углекислого газа. Осуществляется диалог, в котором задействованы PR-средства со всех сторон. По сообщениям СМИ, часть экспертного сообщества США и Франции выступает за ядерную энергетику, убеждая население в том, что атомные энерго-реакторы не создают выбросов, в отличие от электростанций, которые работают на угле или газе⁸.

В России ситуация складывается иначе. Как отмечает госкорпорация «Росатом», атомная энергетика для РФ — источник инновационного развития страны⁹. В 2011 г. после событий на Фукусима-1 только 22% опрошенных голосовали за активное развитие АЭС, в 2013 г. этот показатель составлял уже 33%, а в 2015 г. — 70,6%¹⁰. Прогресс налицо. Как показывает анализ, произошёл он под воздействием СМИ и благодаря мощной PR-поддержке.

Заслугой PR в обеспечении глобальной лояльности общества атомному проекту является высокая вовлечённость в процессы изучения общественного мнения и влияния на него социологии, как измеряющей социальную динамику отрасли, её социологических учреждений. По данным Левада-центра, с которым у Росатома имелись контракты, фобии опрошенных граждан страны в отношении повторения подобной Чернобыльской аварии на российских АЭС, заметно снизились.

Численность респондентов, испытывающих радиophobia, в период с 2000 по 2019 гг. снизилась с 69% до 30%¹¹. Если в 2000 г. на невозможность повторения чернобыльской и фукусимской трагедии указывал только каждый пятый из опрошенных (21%), то в 2019 г. уже 64%¹². Аналитика говорит в пользу повышения уровня ядерной и радиационной безопасности в атомной отрасли, актуализации контроля за работой АЭС, а также о существенном росте задействованных технологий [5].

В представлении авторов, PR-технологии в этом ряду также занимают заметное место. Работа с информацией, коммуникации, управление ценностными фак-

⁴ Росатом: [сайт]. URL: <http://www.rusatom-overseas.com/ru/nuclear-energy/benefits-of-nuclear-energy/> (дата обращения 20.01.2020)

⁵ Презентация Доктора технических наук, профессора кафедры АЭС Одесского национального политехнического университета Барбашева С. В. [электронный ресурс]. URL: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/9_november/Barbashev.pdf (дата обращения 10.02.2020)

⁶ Адам Коэн (Adam Cohen) Европа меняет отношение к ядерной энергетике // ИноСМИ.РУ – 2006. URL: <https://inosmi.ru/world/20061123/231235.html> (дата обращения 10.02.2020)

⁷ Адам Коэн (Adam Cohen) Европа меняет отношение к ядерной энергетике // ИноСМИ.РУ – 2006. URL: <https://inosmi.ru/world/20061123/231235.html> (дата обращения 10.02.2020)

⁸ Адам Коэн (Adam Cohen) Европа меняет отношение к ядерной энергетике // ИноСМИ.РУ – 2006. URL: <https://inosmi.ru/world/20061123/231235.html> (дата обращения 10.02.2020)

⁹ Презентация Доктора технических наук, профессора кафедры АЭС Одесского национального политехнического университета Барбашева С. В. [электронный ресурс]. URL: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/9_november/Barbashev.pdf (дата обращения 10.02.2020)

¹⁰ Презентация Доктора технических наук, профессора кафедры АЭС Одесского национального политехнического университета Барбашева С. В. [электронный ресурс]. URL: http://www.atomeco.org/mediafiles/u/files/2015/Materials/9_november/Barbashev.pdf (дата обращения 10.02.2020)

¹¹ Страх россиян перед новым Чернобылем снизился // Центр данных Аналитического центра Ю. Левады. [электронный ресурс]. URL: <https://www.levada.ru/2019/07/17/strah-rossiyan-pered-novym-chernobylem-snizilsya/> (дата обращения 03.02.2020)

¹² Страх россиян перед новым Чернобылем снизился // Центр данных Аналитического центра Ю. Левады. [электронный ресурс]. URL: <https://www.levada.ru/2019/07/17/strah-rossiyan-pered-novym-chernobylem-snizilsya/> (дата обращения 03.02.2020)

торами, брендами, имиджевые и репутационные программы, в том числе направленные на общественную лояльность, заметно сказываются на укреплении позиций Росатома не только в нашей стране, но и на продвижении его продуктов (как ядерных, так и неядерных) за рубежом.

PR, как инструмент развития ядерной энергетики в Китае, Японии, Франции и США

Китай лидирует на рынке строительства АЭС. В 2017 г. три новых блока были подключены к энергосети страны: «Янцзян», «Фуцин» и «Тяньвань»¹³. По данным 2018 г., на территории этой страны эксплуатируются 38 атомных энергоблоков¹⁴, что составляет 9% мировых ядерных мощностей.

С помощью PR-усилий в том числе Китай добился того положения, что атомная электроэнергия, как энергетическая субстанция, воспринимается в обществе исключительно в позитивном ключе, как способ укрепления экономической мощи и конкурентоспособности. Общественность справедливо убеждена под воздействием СМИ, что АЭС по отношению к окружающей среде несут наименьшие загрязнения¹⁵.

Официальный Пекин в деле коммуникационного воздействия на население проводит весьма своеобразную информационную политику, ограничивающую объективные представления о ядерной энергетике. Например, китайцы считают, что атомная энергия — наименее дорогостоящая, хотя при этом сохраняется их обеспокоенность вопросами обеспечения безопасности¹⁶.

Правительство Китая прибегает к пропаганде, выводящей за скобки присутствие иностранных компаний в атомной энергетике страны. Например, о том, что Тяньваньская АЭС строится при непосредственном участии России, знает только экспертное сообщество. Каждый пятый уверен, что это исключительно китайский объект, созданный с помощью китайских технологий, что в отношении России является несправедливым и создает для Росатома репутационные риски¹⁷. Полити-

ка замалчивания иностранного, российского участия реализуется путём отказа китайским журналистам в посещении площадки АЭС «Тяньвань». Зарубежные журналисты, напротив, пользуются прерогативой.

В **Японии** катастрофа на АЭС «Фукусима-1» инвертировала отношение к АЭС со стороны населения — с традиционной поддержки на негативную оценку. Для поиска компромисса государство было вынуждено пойти на изменения в энергобалансе страны, на повышение доли развития альтернативных источников энергии. Вышедшая в мае 2019 г. «Долгосрочная энергетическая стратегия и перспективы развития национальной энергетики на период до 2050-х годов» и принятый пятый Базовый энергетический план вызвали недовольство среди деловых кругов Японии. Основной камень преткновения — экологическая безопасность в мире и в Японии, в частности.

Выступая на пресс-конференции 8 апреля 2019 г. председатель Федерации экономических организаций Японии, один из руководителей японского промышленного конгломерата Hitachi Ltd Хироаки Наканиси выразил неудовлетворение отсутствием в Прогнозе развития ядерной энергетики такого направления, как строительство новых реакторов. Это произвело на прессу неизгладимое впечатление, что выразилось в большом контенте, размещённом в интересах японской атомной промышленности в СМИ¹⁸.

Контент-анализ СМИ, тем не менее, указывает на весьма скудные мероприятия в области коммуникаций со стороны таких индустриальных проатомных гигантов, как General Electric Hitachi, Global Nuclear Fuel-Japan. В частности, целевых коммуникационных проектов не просматривается, а на сайте второй корпорации даже нет пресс-релизов.

Во **Франции** прикладываются достаточно большие усилия со стороны правительства и президента для продвижения в стране атомной отрасли. На сегодняшний день это один из мировых лидеров в производстве электроэнергии вообще. 71,5% от объёма отпущенного в сеть электричества имеет атомное происхождение. В отличие от многих стран, Франция располагает всеми условиями для развития АЭС: наличие собственных месторождений урана, функционирование национальных предприятий по обогащению урана, развернутые хранилища отработанного топлива. Франция имеет имидж достаточно успешного экспортёра атомной электроэнергии, однако безоблачным существование отрасли не назовёшь, она находится под постоянным прицелом борцов за экологию.

PR-комплекс Франции базируется на коммуникационных ресурсах основного игрока в атомной энергетике — французской компании Orano (до 2018 г. известная по бренду Areva). Индикатором активности в информационном поле этой компании является веб-сайт и соответственно хорошо развитые digital и web-коммуникации. На официальном сайте много разных

¹³ Анализ мировых рынков атомной энергетики. [электронный ресурс]. URL: <https://nuclearnews.io/analitika/analiz-mirovyh-rynkov-atomnoj-energetiki/> (дата обращения 12.02.2020)

¹⁴ Анализ мировых рынков атомной энергетики. [электронный ресурс]. URL: <https://nuclearnews.io/analitika/analiz-mirovyh-rynkov-atomnoj-energetiki/> (дата обращения 12.02.2020)

¹⁵ Презентация Михайлов и партнеры «Предложение по коммуникационному сопровождению деятельности ОАО «Атомэнергпро», ОАО «ТВЭЛ» и ОАО НИАЭП – ЗАО АСЭ в Китае 2014–2015 гг. (дата обращения 30.03.2020)

¹⁶ Презентация Михайлов и партнеры «Предложение по коммуникационному сопровождению деятельности ОАО «Атомэнергпро», ОАО «ТВЭЛ» и ОАО НИАЭП – ЗАО АСЭ в Китае 2014–2015 гг. (дата обращения 30.03.2020)

¹⁷ Презентация Михайлов и партнеры «Предложение по коммуникационному сопровождению деятельности ОАО «Атомэнергпро», ОАО «ТВЭЛ» и ОАО НИАЭП – ЗАО АСЭ в Китае 2014–2015 гг. (дата обращения 30.03.2020)

¹⁸ Громов В. PR в энергетике. Самара: Издательский дом «Бахрах-М», 2013 – 42 – 44 с.

закладок и убедительной инфографики, пресс-релизы архивируются с нарастающим итогом, что свидетельствует об информационной открытости компании и выстраивании политики доверия с СМИ и общественностью. Новостной контент диверсифицированный: от производственных событий и финансово-экономических показателей до специальных мероприятий и КСО-практик. Полно представлена конгрессно-выставочная и конференционная деятельность. Открыто демонстрируется благотворительность, раскрывается работа в этом направлении Фонда Orano. Digital-спектр находит отражение в социальных сетях и в качественном наполнении собственных страниц в Facebook и Twitter.

Ядерной страной с достаточно большими традициями в сфере PR являются **США**. Американское общество очень чутко реагирует на принимаемые в сфере атомной энергетики решения. К примеру, лакмусовой бумажкой нарастающей тревоги населения США в отношении энергетического будущего является реакция на современный курс Администрации президента США Дональда Трампа, выразившийся в продлении работы «возрастных» АЭС [6, 7]. Общественность озабочена тем, что США находятся во главе рейтинга государств с устаревшими и при этом эксплуатируемыми АЭС. По данным Bloomberg, в декабре 2019 г. США продлили лицензию станции Turkey Point, которой по окончании срока действия документа исполнится 80 лет со дня начала работы¹⁹.

Для справки: На конец 2017 г. более половины из 448 действующих энергоблоков находились на территории США и Европы. По некоторым оценкам, темпы завершения начатых атомных проектов опережают темпы замещения выбывающих мощностей²⁰. На долю АЭС в США приходится 20% всей потребляемой электроэнергии.

Следует отметить, что в PR-практике США и его основных операторов, среди которых корпорация WEC (Westinghouse Electric Corporation), нередко недобросовестные методы и форматы распространения информации, направленные впрямую на дискредитацию своих конкурентов, в частности, Росатома. Данное предположение иллюстрируется рядом практических кейсов, в том числе мощным коммуникационным давлением WEC в продвижении своего топлива на ядерном реакторном рынке Украины.

Созданные в США сериалы «Чернобыль» и «Тьма», активно продвигаемые в широких зрительских аудиториях (в том числе с помощью интернет-провайдеров), в основе своего целеполагания имеют дискредитацию российских атомных технологий. Особенно большой резонанс фильм «Чернобыль» вызвал в аудитории теле-

канала HBO, владельцем которого является американская корпорация AT&T. Нетрудно понять, в чьих интересах снимался этот фильм, вся драматургия которого носит антироссийский характер. Весь этот спецпроект развернут в интересах единственного бенефициара — корпорации WEC, которую на кризисном этапе приобрела компания Brookfield Infrastructure. В свою очередь последняя является стратегическим партнером AT&T.

После выхода первого сериала в иностранных газетах появились заголовки, что Россия, допустившая катастрофу в Чернобыле, теперь строит АЭС по всему миру [7]. Словом, компания WEC не гнушается технологией «чёрного пиара», ведёт себя зачастую агрессивно по отношению к конкурентам. В качестве поддерживающего средства вытеснения конкурентов WEC использует юридические инструменты, например, обращения в суд с целью пересмотра решений по состоявшимся тендерам с активным освещением этих событий в прессе. При этом следует обратить внимание на непрозрачность для общественности этой компании, которая официально не раскрывает свои финансовые показатели. При этом очень активно проводится личный пиар первого лица компании президента Майкла Кирста.

Специальные события как PR-средство повышения доверия к атомной энергетике

Коммуникационные мероприятия, точно направленные на продвижение компании или её отдельного продукта, часто называются специальными событиями. В теории PR зачастую применяется термин «псевдособытие», очень хорошо представленный в 20-х годах прошлого столетия американским теоретиком и практиком PR Эдвардом Бернейзом. Последний отличился также на поприще продвижения интересов корпорации General Electric.

Роль специальных событий можно рассмотреть на примере АО «Росэнергоатом» (электроэнергетический дивизион корпорации «Росатом»). В 2019 г. компания участвовала в XI Международном Форуме «АТОМЭК-СПО-2019» (15–16 апреля, г. Сочи). Сквозная тема Форума — «Атомные технологии для лучшей жизни». Продукты «Росэнергоатома» представлены в четырёх из семи выставочных секций «Росатома». В частности, в такой зоне, как «Генерация и сервис», были продемонстрированы три новейших бизнес-продукта, созданных по технологии «Отжиг реактора». Сама технология не только восстанавливает физико-механические характеристики металла корпуса реактора²¹, но и продлевает срок его эксплуатации до 60 лет.

Компания также презентовала свой программно-технический комплекс «Виртуально-цифровая АЭС», кото-

¹⁹ A. Natter The U.S. May Soon Have the World's Oldest Nuclear Power Plants. [электронный ресурс] URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-02-04/the-u-s-may-soon-have-the-world-s-oldest-nuclear-power-plants> (дата обращения 10.03.2020)

²⁰ Анализ мировых рынков атомной энергетики. [электронный ресурс]. URL: <https://nuclearnews.io/analitika/analiz-mirovyh-rynkov-atomnoj-energetiki/> (дата обращения 12.02.2020)

²¹ Департамент коммуникаций АО «Концерн Росэнергоатом», Концерн «Росэнергоатом» примет участие в крупнейшем отраслевом мероприятии «АТОМЭКСПО-2019» [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/kontsern-rosenergoatom-primet-uchastie-v-krupneyshem-otraslevom-meropriyatii-atomekspo-2019/> (дата обращения 04.04.20)

рый претендует стать хорошей основой для создания специальных тренажеров в интересах качественной подготовки специалистов в области атомной энергетики. Продемонстрирована специальная система «Электронный магазин» для продажи технической документации — разработка, полезная для стран-новичков, впервые выходящих на энергетический рынок и не имеющих представления о грамотном оформлении базы документов²².

Для сравнения, другая компания, аффилированная с Росатомом, АО «Русатом Сервис», провела «круглый стол» по теме «Создание ядерной инфраструктуры, как необходимого элемента устойчивости атомных проектов». В формате этого псевдособытия сложились усилия PR и GR-коммуникаций, так как у СМИ была возможность интервьюирования ключевых руководителей атомных агентств и организаций Египта, Замбии, ОАЭ, Турции, Узбекистана, Финляндии, а также представителей Всемирной ядерной ассоциации и МАГАТЭ²³. К слову сказать, активно практикует формат PR+GR топливный дивизион «ТВЭЛ» (производитель ядерного топлива, прямой конкурент WEC) в рамках конференций и выставок. Успеху способствует заблаговременно составленное расписание пресс-подходов, в которых участвуют зарубежные партнеры, потребители ядерного топлива, предоставляющие мировой прессе комплиментарные оценки о компании, сервисе и, самое главное, преимуществах основного продукта — ядерного топлива производства TVEL.

Та же компания «ТВЭЛ» может выступать бенч-марком в построении региональных коммуникаций и коммуникаций с общественными организациями и благотворительными фондами. «ТВЭЛ» за период с 2012 по 2015 гг. провела во всех атомградах в зоне своей ответственности общественные форумы-диалоги на общую тему «Путь к успешному будущему — через гражданское согласие». Осуществлён ряд образовательных (школьные технопарки, конструкторские бюро), физкультурно-спортивных (развёртывание в городках спортивных тренажеров, проведение спартакиад, в том числе для детей) и благотворительных инициатив, направленных на социально-инфраструктурное развитие городов путем финансирования из специально сформированных через Соглашения с регионами бюджетов [8, 9].

В частности, в 2017 г. в Новоуральске прошёл форум-диалог «Путь к успешному будущему – через граждан-

ское согласие». При участии представителей компании «ТВЭЛ» обсуждались наиболее острые вопросы, связанные с дальнейшим развитием Новоуральской промышленной площадки и всего ЗАТО [8, 9], в частности, отношений между муниципальной властью и бизнесом, властью и общественностью, перспективы развития социально-экономической жизни города. Участники Форума-диалога обсудили необходимость создания долгосрочного плана развития предприятий научного и промышленного секторов Новоуральска, а также важность привлечения в Новоуральский промышленный кластер крупных заказов, для чего предложили активизировать деятельность Торгово-промышленной палаты в направлении активного маркетинга²⁴.

PR-форматы, как инструментальное действие в атомной энергетике

Поиск и реализация эффективных каналов и форматов передачи информации — важнейшее условие достижения общественного согласия в отношении ядерных технологий. Особое место в моделировании и модерировании информационного контента занимают вопросы качества и визуализации сообщений. В этом отношении, как показывает анализ, в Росатоме активно задействован визуальный менеджмент, в процессы вовлечены художники, дизайнеры, компьютерные графики. Активно используются технологии дополненной реальности.

Росатом регулярно на своем Youtube-канале публикует лекции, репортажи и сюжеты о деятельности компании. Практикуются виртуальные туры на предприятия «Росатома». Если зайти на сайт компании, можно найти вкладку «Виртуальные туры», с которой любой желающий может посетить ледокол «Ямал» или предприятия чистой энергии. Это отличный вариант не только для школьников, которые имеют плохое представление об атомной энергетике, но и для взрослых: всегда интересно побывать там, куда судьба вас пока не заносила.

Ещё одним форматом распространения информации об атомной энергетике в структуре «Росатома» стало спонсорство — научно-обоснованное направление в сфере PR. В 2011 г. компания стала спонсором фильма Василия Бархатова «Атомный Иван», впервые снятого на действующих АЭС. В марте 2020 г. «Росатом» стал спонсором многосерийного фильма о корпоративной жизни «В рабочем порядке». В центре сюжета — талантливый руководитель Семен, который хочет получить повышение и постоянно сталкивается с нежеланием коллег оказывать помощь или вникать в суть проблем. Многие сцены из сериала — хорошо знакомые рабочие ситуации для компании «Росатом». Создатели фильма отмечают, что пытались показать не просто сложность

²² Департамент коммуникаций АО «Концерн Росэнергоатом», Концерн «Росэнергоатом» примет участие в крупнейшем отраслевом мероприятии «АТОМЭКСПО-2019» [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/kontsern-rosenergoatom-primet-uchastie-v-krupneyshe-m-otraslevom-meropriyatii-atomekspo-2019/> (дата обращения 04.04.20)

²³ Департамент коммуникаций АО «Концерн Росэнергоатом», Концерн «Росэнергоатом» примет участие в крупнейшем отраслевом мероприятии «АТОМЭКСПО-2019» [Электронный ресурс] URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/kontsern-rosenergoatom-primet-uchastie-v-krupneyshe-m-otraslevom-meropriyatii-atomekspo-2019/> (дата обращения 04.04.20)

²⁴ Уральский электрохимический комбинат, «Общественность Новоуральска и представители предприятий ТВЭЛ вместе решают значимые для города вопросы», [Электронный ресурс] URL: <http://www.ueip.ru/press-center/news/Pages/20150904.aspx> (дата обращения 10.04.20)

работы в компании, существующие проблемы, но и предложить элементарные пути их решения. В сериале собраны узнаваемые типы сотрудников, в одном из которых зритель может увидеть себя. Эти проекты оказали резонансное воздействие на внешние и внутренние аудитории. В плане продвижения атомных технологий и повышения вовлеченности персонала в производственную жизнь предприятий.

В ракурсе внешнего воздействия поучителен кейс «Росатома» в части презентации кинофильма «Wild Edens: Russia», состоявшейся 29 ноября 2019 г. в Японии. Картина рассказывает о дикой природе и проблемах изменения климата. Места съёмок выбраны так, чтобы зритель увидел исключительную красоту природных ландшафтов и осознал угрозу исчезновения редких видов животных и птиц.

По оценке Росатома, фильм позволил привлечь внимание зрителей в России и за рубежом к проблеме глобального потепления, что само по себе явилось серьёзным репутационным шагом. Как отметил Чрезвычайный и Полномочный посол РФ в Японии Михаил Галузин, невозможно переоценить влияние подобных фильмов на осознание необходимости сохранения природы в её первозданном виде²⁵.

PR-продвижение инновационных направлений на опыте НМИЦ эндокринологии Минздрава России

Ядерная медицина находится на стыке клинической медицины и ядерной энергетики, хорошо себя зарекомендовала для диагностики и лечения онкологических заболеваний. Среди лидеров в этой отрасли США с долей в 40% мирового рынка. В пуле передовых стран — Япония и ряд европейских государств. Россия же, являясь историческим лидером по производству сырьевых медицинских изотопов для позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) [10], растеряла свой былой багаж и существенно сбавила в этой сфере свои коммерческие и научно-технологические обороты. Вместе с тем, мониторинг ситуации привёл авторов в Институт онкоэндокринологии, созданный на базе «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России, который ставит вопрос реанимации ядерной медицины как в научном плане, так и в проекции создания диагностических и терапевтических инструментов.

В учреждении собраны медицинские специалисты в области хирургии, радиомикки, онкогеномики, биодозиметрии и тераностики. Пациент сегодня может пройти полный комплекс современных методов обследования и лечения. В их числе, лучевая визуализация (УЗИ, рентгенография, КТ, МРТ, ОФЭКТ, ПЭТ), эндоскопия и морфологическая диагностика (пункция, экспресс-биопсия, ИЦХ и ИГХ), онкомаркеры, геномные и постгеномные исследования.

Учреждение обладает специальным экспериментальным блоком и работает на полном производственном биомедицинском технологическом цикле: сначала производится радионуклидная диагностика, затем дозиметрия и уже потом терапия. Кроме того, на базе Института действуют две лаборатории — проектирования и радиохимического синтеза новых радиофармпрепаратов с заданными характеристиками и дозиметрического обеспечения тераностики (биодозиметрия крови, математическое моделирование и пр.).

По словам директора Института онкоэндокринологии, заведующего отдела радионуклидной диагностики и терапии, доктора медицинских наук Павла Румянцева, особое значение для ядерной медицины имеет метод лучевой визуализации, который раньше был монометодом, а теперь стал гибридным: на структурную визуализацию врачи «напыляют» метаболическую информацию. Благодаря этому видны все накопления. Специалисты выделяют патологическое образование и смотрят, где есть еще какие-либо новые очаги. Методом исключения врачи говорят, что уже является патологией. С помощью лучевой визуализации специалисты могут расшифровать очаг болезни или посмотреть, как пациент «отвечает» на лечение. Также возможно узнать информацию о самой ткани: патологическая, нормальная, врожденный дефект или артефакт. В данном случае правильнее использовать такой термин как *метаболическая ядерная тераностика*, так как в основе всех этих процессов лежит метаболизм.

С помощью метаболизма можно проанализировать и состояние щитовидной железы. Так специалисты проводят диагностику на гиперзахват щитовидной железой йода. Существует также возможность работать с гормонально активными опухолями. Классический пример — паращитовидные железы, которые регулируют кальциевый обмен. Гиперфункция этих желез вызывает повышение кальция в крови и при достаточно простой диагностике (анализ крови на кальций) сразу выявляется.

Заключение

Исследование показало не только концептуальное, но и инструментальное значение технологии public relations для общественного позиционирования и повышения рыночного веса атомной энергетики в структуре ВВП страны.

Обобщение статистического материала и длительных социологических наблюдений состояния российской атомной отрасли в глазах общественности, сопоставление методов, инструментов и форматов коммуникаций в рамках PR-модели в России и ряде зарубежных стран позволяет поставить вопрос о совершении перехода современной коммуникационной парадигмы на принципиально новый уровень в интересах поиска компромиссов и согласия населения с развитием экологически необременительных и технологически более развитых решений в области производства электрической энергии. И в этом смысле, как показывает динамика обще-

²⁵ Росатом представил в Японии фильм Wild Edens: Russia [Электронный ресурс] URL: <https://kino.rambler.ru/movies/43257607-rosatom-predstavil-v-yaponii-film-wild-edens-russia/> (дата обращения 20.04.20)

ственного мнения в России и в странах, избравших для себя российские атомные технологии в качестве приоритетных (Китай, Индия, Бангладеш, Белоруссия и др.), опыт Росатома может выступать бенч-марком для тиражирования в мировом сообществе. Креативное наполнение инструментальной базы в сочетании с харизматичностью российской атомно-энергетической школы позволит обеспечить прорыв в области гармонизации отношений человека с природой, будет способствовать продвижению «зелёной энергетики» и повышению вклада атомной электроэнергии в создание безуглеродной мировой экономики.

Список использованных источников

1. Сидоров А. Д. Решение проблем локального энергообеспечения регионов России с помощью атомных станций малой мощности / А. Д. Сидоров, И. С. Ромашкин, Я. В. Краличек, А. И. Гильнич // Молодой ученый 2017; 8 (142): 70 – 72.
2. Сердюкова А. Ф., Барабанщиков Д. А. Будущее ядерной энергетики // Молодой ученый 2016; 28: 342 – 346.
3. Ротанов Ю. А. Факторы неизбежного развития атомной энергетики / Ю. А. Ротанов, Н. М. Виштак // Молодой ученый 2015; 22.5 (102.5): 11 – 13.
4. Соболев, М. С. Конкурентоспособность России на мировом рынке атомной энергетики / М. С. Соболев, А. В. Быкова // Молодой ученый 2017; 2 (136): 508 – 511.
5. Страх россиян перед новым Чернобылем снизился // Центр данных Аналитического центра Ю. Левады от 17.07.2019 <https://www.levada.ru/2019/07/17/strah-rossiyan-pered-novym-chernobyem-snizilsya/> (дата обращения 03.02.2020).
6. Сенин К. Период полураспада: США превращаются в страну с самыми древними АЭС. «Известия» от 07.02.2020 <https://iz.ru/973192/kirill-senin/period-poluraspada-ssha-prevrashchaiutsia-v-stranu-s-samymi-drevnimi-aes>.
7. Игнатов Г. Уроки чёрного пиара от Америки – «Чернобыль» от «Вестингауз». «News-Front.info» от 06.07.2019 <https://news-front.info/2019/07/06/uroki-chyornogo-piara-ot-ameriki-chernobyl-ot-vestingauz/>
8. Ужанов А. Е. Презентация «Стратегия Росатом: топливный дивизион на мировом рынке атомной энергетики» 2017 г; (дата обращения 10.04.20).

9. Ужанов А. Е. Выживание моногородов в рыночных условиях. Опыт реализации социальной ответственности госкорпораций. «Независимая газета» от 11.04.2017 https://www.ng.ru/ng_energiya/2017-04-11/15_6971_monocity.html

10. Сурков М. С. Использование ядерных материалов в мирных целях / М. С. Сурков // Молодой ученый 2015; 22.5 (102.5): 13 – 15.

References

1. Sidorov A. D. Solving the problems of local energy supply of Russian regions using low-power nuclear power plants / A. D. Sidorov, I. S. Romashkin, Ya. V. Kralichек, A. I. Gilnich // Young scientist 2017; 8 (142): 70 – 72. (in Russ.)
2. Serdyukova A. F., Barabashchikov D. A. the Future of nuclear energy // Young scientist 2016; 28: 342 – 346. (in Russ.)
3. Rotanov Yu. A. Factors of unavoidable development of nuclear energy / Yu. A. Rotanov, N. M. Vishtak // Young scientist 2015; 22.5 (102.5): 11 – 13. (in Russ.)
4. Sobol M. S. Competitiveness of Russia in the world market of nuclear energy / M. S. Sobol, A.V. Bykova // Young scientist 2017; 2 (136): 508 – 511. (in Russ.)
5. The Fear of the Russians before the new Chernobyl has decreased // data Center of the Analytical center of Yu. Levada from 17.07.2019. <https://www.levada.ru/2019/07/17/strah-rossiyan-pered-novym-chernobyem-snizilsya/> (accessed 03.02.2020). (in Russ.)
6. Senin K. Half-life: the USA is turning into a country with the most ancient nuclear power plants. "Izvestia" from 07.02.2020 <https://iz.ru/973192/kirill-senin/period-poluraspada-ssha-prevrashchaiutsia-v-stranu-s-samymi-drevnimi-aes>. (in Russ.)
7. Ignatov G. Lessons of black PR from America – "Chernobyl" from "Westinghouse". "News-Front.info" from 06.07.2019 <https://news-front.info/2019/07/06/uroki-chyornogo-piara-ot-ameriki-chernobyl-ot-vestingauz/> (in Russ.)
8. Uzhanov A. E. Presentation "Rosatom Strategy: fuel division in the global nuclear energy market" 2017; (accessed 10.04.20). (in Russ.)
9. Uzhanov A. E. Survival of single-industry towns in market conditions. Experience in the implementation of the social responsibility of corporations. "Nezavisimaya Gazeta" from 11.04.2017 https://www.ng.ru/ng_energiya/2017-04-11/15_6971_monocity.html. (in Russ.)
10. Surkov M. S. Use of nuclear materials for peaceful purposes / M. S. Surkov // Young scientist 2015; 22.5 (102.5): 13 – 15. (in Russ.)

ГОЛОС МОЛОДЕЖИ

<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-136-138>

«Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» и нормативно-техническая база в сфере теплоснабжения

Музыка Р. Р.

АО «Омские распределительные тепловые сети», г. Омск

«Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок» (далее ПТЭ ТЭУ) устанавливают требования по технической эксплуатации котельных различных типов, тепловых сетей и сооружений на тепловых сетях, систем теплоснабжения всех назначений (за исключением тепловых энергоустановок тепловых электростанций и транспортных средств), т. е. касаются широкого круга производителей, поставщиков и потребителей тепловой энергии. Действующие в настоящее время ПТЭ ТЭУ утверждены и введены в действие в 2003 году [1].

В первоначальный текст действующих ПТЭ ТЭУ какие-либо изменения не вносились, при этом за прошедший период времени на федеральном уровне проведена значительная работа по совершенствованию нормативно-технической базы в сфере теплоснабжения. Так, разработан и введен в действие Федеральный закон №184-ФЗ «О техническом регулировании» [2], основной целью которого является правовое регулирование отношений при разработке, применении и исполнении на добровольной или обязательной основе требований к продукции, в том числе зданиям и сооружениям, и связанным с требованиями к продукции процессам на всех этапах жизненного цикла от проектирования до утилизации. Впоследствии были приняты Федеральные законы №190-ФЗ «О теплоснабжении» [3], №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [4], №261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности...» [5], №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [6], №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [7], которые сформировали законодательную основу для разработки современной нормативно-технической базы в сфере теплоснабжения. Основная направленность законодательных нововведений — повышение уровня энергетической эффективности и безопасной эксплуатации объектов систем теплоснабжения и, в частности, сетей и систем инженерно-технического обеспечения объектов потребителей тепловой энергии и теплоносителя.

Детализация законодательных требований закреплена рядом соответствующих постановлений Правительства РФ, которыми утверждены новые нормативные документы о правилах взаимоотношений субъектов при производстве, транспортировке и потреблении тепловой энергии и теплоносителя, в том числе документы [8, 9, 10]. Соответствующие уполномоченные органы федеральной исполнительной власти организовали переработку действующих и разработку новых СНиП в

сфере теплоснабжения, устанавливающих требования к отдельным составляющим систем теплоснабжения, которые в период 2009 ÷ 2012 гг. актуализированы в форме сводов правил в соответствии с требованиями №162-ФЗ «О стандартизации в РФ» [4]. Часть из этих сводов правил была в последствии доработана и изменена, например [11, 12]. Уполномоченными разработчиками в установленной сфере деятельности разработаны и утверждены новые правила эксплуатации по отдельным направлениям деятельности в сфере теплоснабжения [13–15]. Приняты новые стандарты (ГОСТ) изменяющие и уточняющие требования к отопительным приборам и трубопроводам из полимерных материалов для систем отопления и горячего водоснабжения.

Совершенно естественно, что в результате таких изменений в законодательной и нормативно-технической базе в сфере теплоснабжения, некоторые положения формально действующих в настоящее время ПТЭ ТЭУ оказались несоответствующими требованиям вновь принятых или измененных нормативно-технических документов.

Так, в тексте ПТЭ ТЭУ отсутствуют упоминания о требованиях Федерального закона №261-ФЗ [5] и последующих соответствующих нормативных документов, утвержденных постановлениями Правительства РФ и приказами уполномоченного органа — Минэнерго России, к потребителям топливно-энергетических ресурсов о проведении энергетических обследований (добровольных или обязательных), а также о необходимости разработки и реализации программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности с целью уменьшения объема потребления и снижения уровня потерь топливно-энергетических ресурсов и воды при эксплуатации тепловых энергоустановок. Кроме этого, в перечне технических документов, хранимых и используемых при эксплуатации тепловых энергоустановок, не упоминается энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов.

Согласно требованиям ст. 11 и ст. 12 Федерального закона №384-ФЗ [6] здания и сооружения любого назначения (в том числе входящие в их состав сети и системы инженерно-технического обеспечения), а также территория, необходимая для использования зданий и сооружений, должны быть спроектированы, построены и благоустроены с учетом необходимости создания доступной среды для инвалидов и других групп населения с ограниченными возможностями передвижения. В тексте ПТЭ ТЭУ отсутствуют какие-либо упоминания о

необходимости исполнения таких требований, что особенно актуально при выполнении различных ремонтных работ как на внутренних, так и на наружных сетях инженерно-технического обеспечения.

Содержание раздела 2.11 «Пожарная безопасность» и отдельных пунктов в других разделах ПТЭ ТЭУ не в полной мере соответствуют требованиям Федерального закона №123-ФЗ [7], который устанавливает общие требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, а также производственным объектам. Содержание раздела 2.10 «Обеспечение безопасной эксплуатации» ПТЭ ТЭУ также не соответствует вновь разработанным и утвержденным Правилам по охране труда при эксплуатации тепловых энергоустановок [13].

Для примера более подробно рассмотрим требования нормативно-технических документов при присоединении внутренних сетей или систем потребителя к наружным двухтрубным водяным сетям поставщика тепловой энергии и теплоносителя. Присоединение может выполняться по независимой схеме с использованием промежуточного теплообменника или по зависимой схеме, в последнем случае сетевая вода из наружной тепловой сети поступает во внутреннюю сеть потребителя. При этом должны быть предусмотрены меры, исключающие такие изменения параметров теплоносителя, которые могут привести к выходу из строя (отказу, аварии) трубопроводов и оборудования источника теплоты, тепловых сетей, тепловых пунктов или теплопотребляющих установок (п. 6.4 СП 124.13330.2012 [11]). В таблице приведено краткое описание вариантов схем зависимого присоединения согласно требованиям двух действующих нормативно-технических документов: п. 9.1.9 ПТЭ ТЭУ [1] и п. 6.1.2 СП 60.13330.2016 (т. е. СНиП 41-03-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха») [12].

Из таблицы видно, что введенный в действие с 17.06.2017 г. СП 60.13330.2016 (СНиП 41-03-2003) в сравнении с ПТЭ ТЭУ, которые введены в действие 01.10.2003 г., прямо исключает возможность использования элеваторных узлов при зависимой схеме при-

соединения, а также не предусматривает возможность непосредственного присоединения внутренних сетей и систем потребителей к наружной тепловой сетям, отдавая приоритет схемам присоединения через автоматизированные тепловые пункты в соответствии с требованиями ст. 11 Федерального закона №384-ФЗ [6] о необходимости обеспечения безопасности эксплуатации сетей и систем инженерно-технического обеспечения зданий и сооружений.

Выше приведен только один пример существенно-го различия в требованиях действующих нормативно-технических документов, но этот пример касается практически всех поставщиков и потребителей тепловой энергии и теплоносителя в коммунально-бытовой сфере. При этом возникает вопрос о том, каким из этих документов должны руководствоваться поставщики и потребители тепловой энергии и теплоносителя, например, при возникновении разногласий по результатам проверки готовности к отопительному периоду.

В соответствии с принятым 29.06.2015 г. №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» [4] предусмотрено добровольное или, в определенных случаях, обязательное применение документов по стандартизации, к которым, кроме прочего, относятся национальные стандарты, стандарты организации, утвержденные юридическим лицом, а также своды правил, утвержденные Федеральным органом исполнительной власти. При этом порядок разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил устанавливается Правительством РФ [9]. Кроме этого, Правительство РФ утверждает перечень национальных стандартов и сводов правил (или их частей), которые должны применяться на обязательной основе в соответствии с требованиями Федерального закона №384-ФЗ. Такой перечень, обязательных к применению национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), утвержден постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 г. №1521, с изменениями от 07.12.2016 г. [10]. Рассматриваемый выше СП 60.13330 (СНиП 41.01.2003) и, в частности, п. 6.1.2 этого свода правил, включен в перечень для при-

Таблица. Описание схем зависимого присоединения к тепловым сетям.

№ п/п	Требования согласно п. 9.1.9 ПТЭ ТЭУ	Требования согласно п. 6.1.2 СНиП 41-03-2003
1	Непосредственное присоединение к тепловым сетям следует применять при совпадении гидравлического и температурного режимов тепловой сети и внутренней системы потребителя.	Присоединение внутренних систем потребителей к наружным тепловым сетям следует осуществлять через автоматизированные центральные и индивидуальные тепловые пункты, обеспечивающие гидравлический и тепловой режимы внутренних систем потребителя.
2	Присоединение через элеватор следует применять при необходимости снижения температуры воды во внутренней системе потребителя и располагаемом напоре перед элеватором достаточным для его работы.	Присоединение внутренних систем потребителей к тепловым сетям через автоматизированные элеваторные узлы не допускается.
3	Присоединение через смесительные насосы следует применять при необходимости снижения температуры воды во внутренней системе потребителя и располагаемом напоре, недостаточном для работы элеватора, а также при осуществлении автоматического регулирования системы.	Присоединение внутренних систем потребителей к наружным тепловым сетям по зависимой схеме следует осуществлять через автоматизированный насосный узел смешения для каждого здания, обеспечивая защиту от повышения давления, а также регулирование температуры теплоносителя.

менения на обязательной основе. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в рассматриваемом выше примере о возможных схемах присоединения внутренних систем потребителей к наружным тепловым сетям должны применяться требования п. 6.1.2 СП 60.13330 (СНиП 41-01-2003), но не требования п. 9.1.9 ПТЭ ТЭУ.

Следует отметить, что согласно постановлению Правительства РФ от 01.06.2016 г. №624 [9] разработана, утверждена, изменена и отмена сводов правил осуществляется так называемыми «разработчиками в установленной сфере деятельности». Прежним разработчиком ПТЭ ТЭУ являлось Минэнерго России, нового разработчика ПТЭ ТЭУ в сфере теплоснабжения устанавливает федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации (Росстандарт) [4]. Остается надеяться, что согласование требований ПТЭ ТЭУ и других нормативно-технических документов в сфере теплоснабжения произойдет в ближайшем будущем.

А тем временем, согласно требованиям раздела 2.3 ПТЭ ТЭУ эксплуатация тепловых энергоустановок должна осуществляться подготовленным и обученным персоналом. Обучение и повышение квалификации персонала осуществляется с установленной периодичностью. Образовательные программы предусматривают, кроме прочего, изучение требований ПТЭ ТЭУ и других нормативных документов. Контроль знаний осуществляется по графикам. Отсюда следует, что в настоящее время система дополнительного профессионального образования формирует знания, умения и навыки у оперативного, ремонтного и управленческого персонала на основе изучения противоречивых нормативно-технических документов в сфере теплоснабжения. В лучшем случае, это может привести к незначительным организационным проблемам и экономическим потерям, в худшем случае — к трагическим происшествиям и уголовной ответственности исполнителей из числа персонала.

Список использованных источников

1. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. Утверждены приказом Минэнерго РФ от 24.03.2003 г. №115.

2. Федеральный закон от 27.12.2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» (ред. от 28.11.2018 г. №449-ФЗ).

3. Федеральный закон от 27.07.2010 г. №190-ФЗ «О теплоснабжении» (ред. от 01.04.2020 г. №84-ФЗ).

4. Федеральный закон от 29.06.2015 г. №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (ред. от 03.07.2016 г. №296-ФЗ).

5. Федеральный закон от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 26.07.2019 г. №241-ФЗ).

6. Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (ред. от 02.07.2013 г. №185-ФЗ).

7. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 27.12.2018 г. №538-ФЗ).

8. Правила организации теплоснабжения в Российской Федерации. Утверждены постановлением Правительства РФ от 08.08.2012 г. №808 (ред. постановления от 14.02.2020 г. №144).

9. Правила разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил. Утверждены постановлением Правительства РФ от 01.07.2016 г. №624 (ред. от 29.05.2019 г. №684).

10. Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». Утвержден постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 г. №1521 (ред. от 07.12.2016 г. №1307).

11. СП 124.13330.2012. Актуализированная редакция «СНиП 41-02-2003. Тепловые сети».

12. СП 60.13330.2016. Актуализированная редакция «СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

13. Правила по охране труда при эксплуатации тепловых энергоустановок. Утверждены приказом Минтруда России от 17.08.2015 г. №551н (ред. от 15.11.2018 г. №703н).

14. СП 255.1325800.2016. Здания и сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения.

15. СП 347.1325800.2017. Внутренние системы отопления, горячего и холодного водоснабжения. Правила эксплуатации.



<https://doi.org/10.24223/1999-5555-2020-13-2-139-141>

О критической степени расширения природного газа в турбодетандерах

Косюк А. В., студент НИУ «МЭИ»

В последние годы в российской энергетике среди ученых различных университетов и организаций возник интерес к использованию детандер-генераторных агрегатов (ДГА), или просто турбодетандеров, на тепловых электростанциях. На эту тему было опубликовано большое количество статей и защищено диссертаций. В частности, в [1] была предложена методика определения эффективности турбодетандеров с использованием неизвестной в теории термодинамики и теплотехники так называемой критической степени расширения природного газа (ПГ).

Для ее расчета в [1] была предложена формула

$$\delta_{кр} = (1 - \eta_3/\eta_T)^{-1/m}$$

где η_3/η_T — отношение абсолютного электрического КПД η_3 ТЭЦ или КЭС к относительному электрическому КПД турбодетандера η_T , а $m = (k - 1)/k$, где k — показатель изэнтропы.

В [1] отмечалось, что «для работающих КЭС абсолютный электрический КПД $\eta_3 = 0,33 - 0,40$, а для ТЭЦ (при физическом методе разделения экономии топлива на производство электроэнергии и производство теплоты) $\eta_3 = 0,45 - 0,55$ ».

В [1] была представлена графическая зависимость $\delta_{кр}$ от отношения η_3/η_T , которая подразделяет область возможных вариантов использования турбодетандеров на две зоны: зону с «положительной» экономией теплоты с $\Delta Q > 0$ и зону с «отрицательной» экономией теплоты с $\Delta Q < 0$. В данной статье этот график заимствован из [1, 2].

Но для лучшего понимания результатов последующих расчетов он был разделен на два — для КЭС (рисунок 1) и для ТЭЦ (рисунок 2).

В [1] указано, что при степени расширения ПГ в турбодетандерах с различными отношениями η_3/η_T ниже представленной кривой экономия теплоты не будет достигаться и, следовательно, нагрев ПГ перед турбодетандером оказывается нецелесообразным.

В [1] был приведен пример расчета, из которого следовало, что при значениях для КЭС $\eta_3 = 0,37$ и для турбодетандера $\eta_T = 0,75$ «нагрев ПГ целесообразен

при степени расширения ПГ в детандере $\delta > \delta_{кр} = 8,37$ (при $m = 0,23$)». Однако, из рисунка видно, что точка «а» с этими координатами находится в зоне с $\Delta Q < 0$, т. е. экономия теплоты не достигается и, следовательно, нагрев ПГ перед турбодетандером нецелесообразен. Из кривой и расчета в [2] по вышеприведенной формуле критическая степень расширения ПГ в турбодетандере при $\eta_3/\eta_T = 0,37/0,75 = 0,493$ равна $\delta_{кр} = 19,19$ (точка «б» на рисунке 2).

В [3] были представлены результаты исследования характеристик турбодетандера, установленного на ТЭЦ-21 Мосэнерго. При степени расширения ПГ $\delta = 3,596$ относительный электрический КПД турбодетандера был равен $\eta_T = 0,714$, т. е. $\eta_3/\eta_T = 0,50/0,714 = 0,70$.

На рисунке показана точка «в» с такими координатами [2]. Она находится в зоне с $\Delta Q < 0$, т. е. экономия теплоты не обеспечивается и нагрев ПГ перед турбодетандером на ТЭЦ-21 Мосэнерго нецелесообразен. Этот результат опровергает выводы о высокой эффективности нагрева ПГ перед турбодетандером [4].

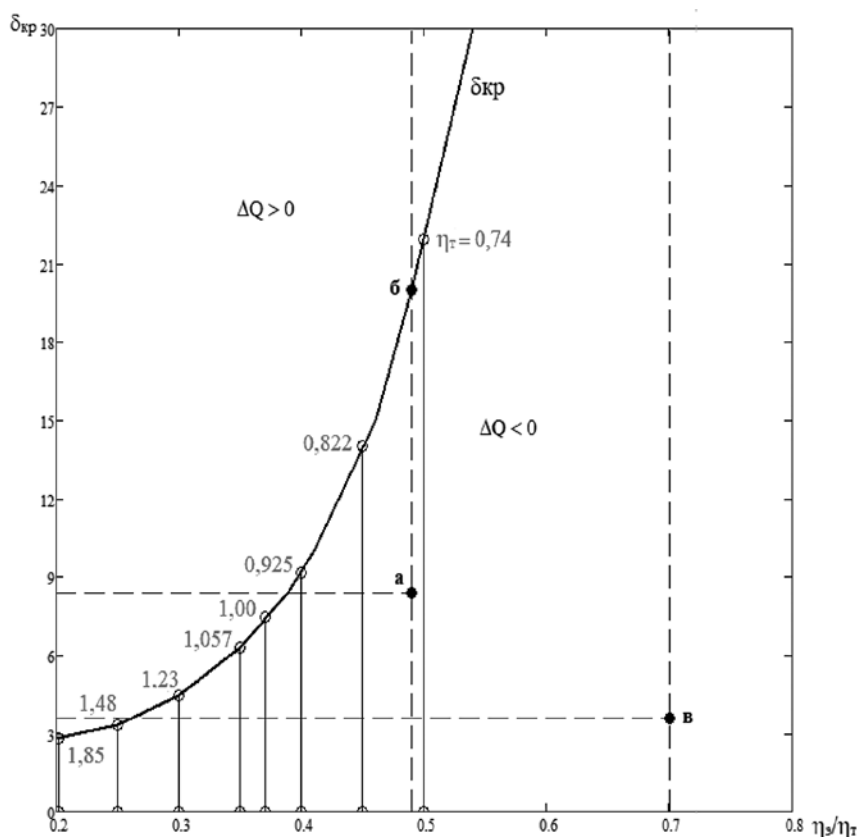


Рисунок 1. Зависимость критической степени расширения ПГ в турбодетандере и его относительного электрического КПД от отношения η_3/η_T (для КЭС). Цифрами в точках кривой отмечены значения КПД

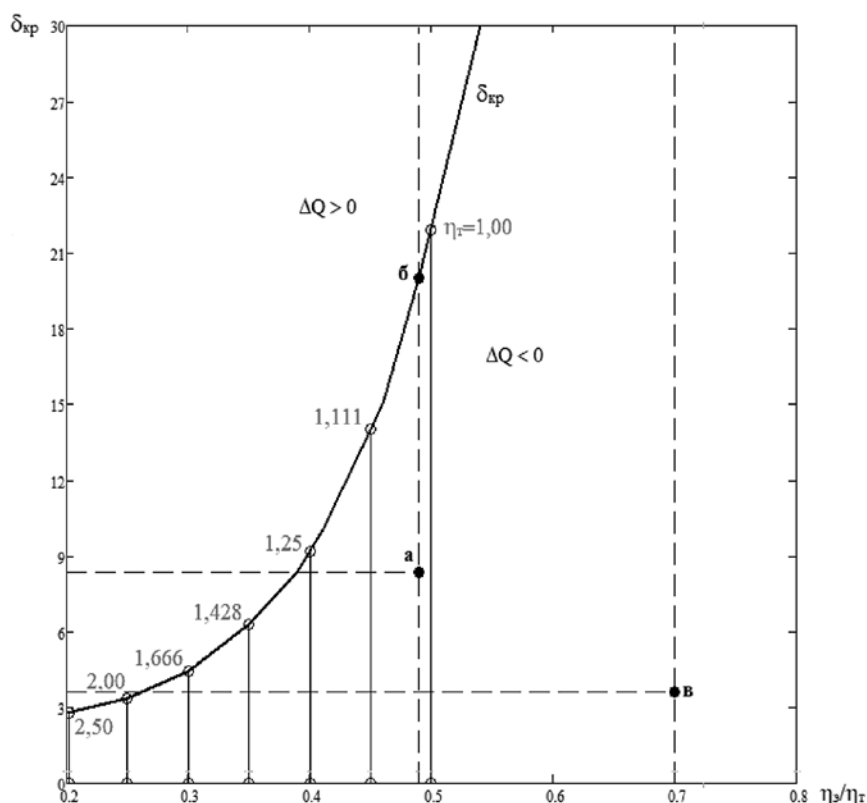


Рисунок 2. Зависимость критической степени расширения в турбодетандере и его относительного электрического КПД от отношения η_z/η_t (для ТЭЦ). Цифрами в точках кривой отмечены значения КПД

В [2] было показано, что для попадания в зону с «положительной» экономией теплоты (слева от графической зависимости) необходимо, чтобы турбодетандер имел повышенные значения критической степени расширения ПГ.

Так, например, критическая степень расширения по расчету по вышеприведенной формуле для точки «б» ($\eta_z/\eta_t = 0,493$) составляет для КЭС 19,19, а для точки «в» ($\eta_z/\eta_t = 0,700$) для ТЭЦ — уже 186,67.

Примем относительный электрический КПД турбодетандера $\eta_t = 0,75$ (как в [1]) и рассчитаем по вышеуказанной формуле критическую степень расширения ПГ в турбодетандерах при максимальных и минимальных значениях абсолютного электрического КПД η_z для КЭС и ТЭЦ:

Для КЭС при $\eta_z = 0,33$ $\delta_{кр} = 12,44$
при $\eta_z = 0,40$ $\delta_{кр} = 26,548$

Для ТЭЦ при $\eta_z = 0,45$ $\delta_{кр} = 53,725$
при $\eta_z = 0,55$ $\delta_{кр} = 296,71$.

По результатам испытаний турбодетандера на ТЭЦ-21 Мосэнерго давление ПГ после турбодетандера составляло 0,2 МПа [3]. Тогда в соответствии с расчетными данными по критической степени расширения ПГ минимальное давление перед турбодетандером должно составлять 2,488 МПа ($12,44 \cdot 0,2 = 2,448$ МПа) для КЭС и 10,745 МПа ($53,725 \cdot 0,2 = 10,745$ МПа) для ТЭЦ.

Следует отметить, что давление ПГ в магистральных трубопроводах составляет 5,5–8,0 МПа, а после газораспределительных пунктов тепловых электростанций давление ПГ обычно находится на уровне 1,1–1,2 МПа. Согласно техническим условиям завода-изготовителя на турбодетандер, установленный на ТЭЦ-21 Мосэнерго, максимальное давление ПГ на входе в него всего лишь 1,2 МПа.

Таким образом, можно заключить, что указанные расчетные значения критической степени расширения ПГ в турбодетандерах по формуле, приведенной в [1], недостижимы на современных КЭС и ТЭЦ.

Наряду со степенью расширения ПГ одним из важнейших показателей является относительный электрический КПД турбодетандера, при котором обеспечивается попадание в левую часть графиков на рисунках 1 и 2.

В таблицах 1 и 2 представлены результаты расчетов относительного электрического КПД турбодетандеров при постоянном значении абсолютного электрического КПД для КЭС $\eta_z = 0,37$ и для ТЭЦ $\eta_z = 0,50$.

Полученные значения КПД турбодетандеров также нанесены на кривых рисунка 1 для КЭС и рисунка 2 для ТЭЦ соответственно.

Из них видно, что для попадания в зону с «положительной» экономией теплоты турбодетандеры для КЭС должны иметь нереально высокие относительные электрические КПД, что противоречит законам

Таблица 1. Значения η_t для КЭС при абсолютном электрическом КПД КЭС $\eta_z = 0,37$ и различных отношениях η_z/η_t

η_z	η_z/η_t	η_t
0,37	0,20	1,85
0,37	0,25	1,48
0,37	0,30	1,23
0,37	0,35	1,057
0,37	0,37	1,00
0,37	0,40	0,925
0,37	0,45	0,822
0,37	0,50	0,74
0,37	0,55	0,672
0,37	0,60	0,616
0,37	0,65	0,569
0,37	0,70	0,528
0,37	0,75	0,493

Таблица 2. Значения η_T для КЭС при абсолютном электрическом КПД ТЭЦ $\eta_э = 0,50$ и различных отношениях $\eta_э/\eta_T$

$\eta_э$	$\eta_э/\eta_T$	η_T
0,50	0,20	2,50
0,50	0,25	2,00
0,50	0,30	1,666
0,50	0,35	1,428
0,50	0,40	1,25
0,50	0,45	1,11
0,50	0,50	1,00
0,50	0,55	0,909
0,50	0,60	0,833
0,50	0,65	0,769
0,50	0,70	0,714
0,50	0,75	0,666

термодинамики, а турбодетандеры для ТЭЦ, кроме этого условия, должны иметь дополнительно еще и

нереально большие значения так называемой критической степени расширения ПГ.

Вывод

Методика определения эффективности турбодетандеров с расчетом критической степени расширения в них природного газа не рекомендуется для использования в научно-исследовательских целях в связи с нарушением законов термодинамики.

Список литературы

1. Трухний А. Д. Термодинамические основы использования утилизационных турбодетандерных установок. Вестник МЭИ 1999, 5: 11 – 15.
2. Закирова И. Р. К определению КПД турбодетандеров. Надежность и безопасность энергетики 2020, (13)1: 56 – 58.
3. Куличихин В. В., Кудрявый В. В., Чижов В. В., Лазарев Л. Я. Методика и результаты исследования характеристик детандер-генераторного агрегата. Вестник МЭИ, 2001, 4: 19 – 24.
4. Агабабов В. С. Влияние детандер-генераторных агрегатов на тепловую экономичность тепловых электростанций. Дисс. на соискание уч. степени д.т.н. Москва, МЭИ (ТУ) 2003.





Волжскому филиалу НИУ «МЭИ» – 25!



М. М. Султанов

В 2020 году филиалу НИУ «МЭИ» в г. Волжском исполняется 25 лет. Символично, что ведущий энергетический вуз Волгоградского региона отмечает свой день рождения в год 100-летия плана ГОЭЛРО.

Сегодня даже трудно представить, что в 90-е годы, когда многие вузы закрывались, вышел приказ Государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 18 мая 1995 года №717 «Об организации в г. Волжском Волгоградской области филиала Московского энергетического института (технического университета)». За 25 лет институт подготовил 3000 компетентных специалистов для предприятий стратегически важной энергетической отрасли и стал настоящей кузницей кадров высшей квалификации. В филиале развивается научно-исследовательская деятельность на базе учебно-лабораторного комплекса. Только за последние три года в вузе появилось 10 лабораторий, оснащенных современным оборудованием. Совместно с предприятиями топливно-энергетического комплекса институт проводит инженерные чемпионаты и конкурсы профмастерства, CASE-IN, WorldSkills, в которых студенты показывают отличные результаты.

За все достижения, за создание вуза и его всестороннюю поддержку и развитие филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском благодарит руководство НИУ «МЭИ» и кафедры института, благодарит предприятия-партне-

ров — ООО «ЛУКОЙЛ — Волгоградэнерго», филиал ПАО «РусГидро» — «Волжская ГЭС», Волгоградский филиал ПАО «Россети ЮГ» за участие в жизни института и подготовку высококвалифицированных специалистов для энергетической отрасли Волгоградского региона. Волжский филиал выражает благодарность администрациям Волгоградской области и г. Волжского за совместное развитие добрых традиций, заложенных еще первостроителями, и создание новых инициатив на благо региона.

Сегодня филиал НИУ «МЭИ» в г. Волжском — это добрый, сплоченный, профессиональный коллектив единомышленников, лучшая и целеустремленная молодежь, отраслевая кузница кадров. Уверен, что наши лучшие качества позволяют нам расти, преодолевать трудности, побеждать и быть только впереди!

Желаю всему коллективу филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском новых свершений, энергии, добра и мира на многие годы. Выпускникам — профессиональных высот и успехов на благо отечественной энергетики!

Директор филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском

М. М. Султанов

Сергею Игнатьевичу Магиду исполнилось 80 лет



24 мая 2020 г. исполнилось 80 лет Магиду Сергею Игнатьевичу, доктору технических наук, профессору, действительному члену Академии Промышленной Экологии РФ, действительному члену Академии Военных наук РФ, директору Департамента Международной Кафедры-сети ЮНЕСКО-TVET «Технические обучающие системы в энергетических технологиях» на базе АО «Тренажеры электрических станций и сетей» (АО «ТЭСТ» Россия), генеральному директору АО «Тренажеры электрических станций и сетей», генеральному директору издательства «НПО Энергобезопасность», главному редактору и издателю журнала «Надежность и безопасность энергетики».

В 1963 г. Магид С. И. окончил обучение в Московском энергетическом институте (МЭИ). Защитил кандидатскую диссертацию в 1989 г., докторскую — в 2000 г. Является заслуженным энергетиком Республики Казахстан (2010 г.), заслуженным энергетиком Российской Федерации (2012 г.).

Магид С. И. является автором более 150 статей в научных рецензируемых журналах, автор более 70 патентов на изобретения, авторских свидетельств СССР и зарегистрированных в Роспатенте программ для ЭВМ, а также 10 монографий и сборников статей и более 20 докладов по вопросам современного математического и программного моделирования при разработке тренажеров для подготовки персонала предприятий топливно-энергетического комплекса и других опасных производственных объектов различных отраслей промышленности РФ, США, стран Евросоюза и других зарубежных стран.

Магид С. И. работал главным редактором академического журнала «Известия Академии промышленной экологии РФ», а с 2008 г. является издателем и главным редактором научно-технического журнала «Надежность и безопасность энергетики» (базы дан-

ных: РИНЦ, ВИНТИ, Google Scholar, Ulrich's Periodicals Directory, Scopus, Springer), член редколлегии, рецензент журнала «Энергосбережение и водоподготовка» (базы данных: РИНЦ, ВИНТИ, Google Scholar).

Магид С. И. работает в качестве эксперта по вопросам энергетической безопасности в Совете Федераций Федерального собрания РФ, член Комиссии Министерства энергетики РФ по разработке Концепции обеспечения надежности в электроэнергетике, участник разработки нормативных документов в области IT-технологий рабочей группы Министерства РФ по связи и информатизации, а также участник различных научно-исследовательских проектов и проектов по освоению нового энергетического оборудования, пуско-наладочных работ, финансируемых Министерствами энергетики и тяжелого и среднего машиностроения СССР, а затем и РФ, в составе научно-исследовательских институтов, проектных и пуско-наладочных и эксплуатирующих организаций, таких как Центральный научно-исследовательский котлотурбинный институт им. Ползунова, трест ОРГРЭС, Центроэнергочермет, Мосэнерго, предприятий ПАО Роснефть и Водоканал. Принимал участие в

пуске и освоении новых энергетических блоков энергетики СССР линейки мощностей: 50 ÷ 1200 МВт на территориях РСФСР, Украины, Казахстана, Белоруссии и Прибалтики.

Магид С. И. является экспертом в вопросах электроэнергетики, теплотехники, физического и математического моделирования, информационных технологий и современного тренажеростроения для подготовки персонала традиционных и атомных электрических станций, сетевых и энергопотребляющих предприятий ТЭК.

Магид С. И. работает в области математического моделирования процессов гидроаэродинамики, теплопередачи, сжигания органического топлива, электродинамики в установках выработки и транспорта электроэнергии и тепла. Его исследования носят междисциплинарный характер, он сотрудничает с учеными в области информационных технологий, прикладной математики, надежности и безопасности тепло и электроэнергетики, психофизиологии и социологии.

Магид С. И. является автором созданной, запатентованной и внедренной в РФ физико-статистической методологии разработки моделей энергетических систем и разработчиком ее технологических реализаций, он является руководителем и непосредственным исполнителем более 150 проектов электронно-вычислительных тренажерно-аналитических комплексов и обучающих программ для подготовки оперативного, обслуживающего и ремонтного персонала тепловых

и атомных электростанций, сетевых предприятий и других опасных энергетических объектов различных отраслевых принадлежностей России и стран Евразийского экономического союза.

Магид С. И. — высококвалифицированный специалист и руководитель АО «ТЭСТ», организации, добившейся значительных успехов в области внедрения тренажеров в энергетику России, его разработки занимают более чем 60% на тепловых электростанциях.

Магиду С. И. свойственно глубокое проникновение в проблемы, которые излагаются в статьях, публикуемых в журнале, где он является главным редактором. Магид С. И. дает дорогу публикациям, в которых рассматриваются вопросы современного состояния российской теплоэнергетики, в том числе и острые критические публикации.

Магид С. И. проявляет интерес к разработкам молодых ученых, студентов, бакалавров и магистров, пытается проложить им дорогу к науке и карьерному росту, о чем свидетельствует открытие по его инициативе новой рубрики в журнале под названием «Голос молодежи».

Следует отметить, что за 12 лет существования журнал «Надежность и безопасность энергетики» обошел по рейтингу многие энергетические журналы, которые издаются десятилетиями.

Магидом С. И. создан дружный сплоченный коллектив редакции, который под его руководством несомненно добьется новых успехов в продвижении наиболее значительных достижений российских ученых.

Редакция журнала поздравляет Сергея Игнатьевича с серьезным юбилеем!

Желает ему оставаться таким же устремленным в достижении важных для энергетики России целям. И естественно, крепкого здоровья, новых творческих замыслов и их успешного осуществления в жизни!

Сергею Игнатьевичу Магиду исполнилось 80 лет



Е. П. Грабчак

Уважаемый Сергей Игнатьевич!
Примите мои сердечные поздравления
с восьмидесятилетним юбилеем.

Начав свой трудовой путь в 1958 году с должности техник-электрика Акмолинского Электросетевого предприятия Казахской ССР, Вы всю свою жизнь посвятили электроэнергетике. Доктор технических наук, профессор, действительный член Академии Промышленной Экологии (с 1998 г.) и Академии Военных Наук (с 2018 г.), являясь экспертом по вопросам энергетической безопасности в Совете Федерации Федерального собрания Российской Федерации, направления тренажеростроения и подготовки персонала электроэнергетики России, стран Евразийского экономического союза, США и стран Евросоюза и директором департамента «Технические обучающие системы в энергетических технологиях» Международной кафедры-сети ЮНЕСКО TVET, Вы вносите значительный вклад в совершенствование научно-технологического обеспечения надежности профессиональной деятельности персонала отрасли. Более десяти лет Вы являетесь бессменным главным редактором признанного в научном сообществе и ВАК журнала «Надежность и безопасность энергети-

ки». Руководимое Вами Акционерное общество «Тренажеры электрических станций и сетей» имеет в активе более 150 успешных проектов создания и внедрения в учебный процесс тренажеров для тепловых, атомных, гидравлических станций и электрических сетей. В вашем активе более 70 патентов на изобретения, 10 монографий и более 150 статей в научных журналах.

Ваш труд отмечен званиями «Заслуженный энергетик Республики Казахстан» (2010 г.) и «Заслуженный энергетик Российской Федерации» (2012 г.). Несмотря на возраст, Вы по-прежнему успешно трудитесь на благо российской энергетики.

Желаю Вам здоровья, творческих успехов и активного долголетия.

Заместитель Министра энергетики
Российской Федерации

Е. П. Грабчак

Сергею Игнатьевичу Магиду исполнилось 80 лет



Н. И. Турко

Многоуважаемый Сергей Игнатьевич!

Сердечно поздравляю Вас — одного из самых ярких деятелей отечественной и мировой науки и атомной энергетики с 80-летием, которое Вы встречаете полным творческой энергии и амбициозных планов! Ваш жизненный и профессиональный путь от инженера-экспериментатора конструкторского бюро технологического оборудования тепловых и атомных электростанций до основателя и руководителя Группы компаний «Энергобезопасность» и эксперта по вопросам энергетической безопасности в Совете Федерации Российской Федерации являют собой образец добросовестного исполнения гражданского долга и верного служения Отечеству.

Высочайший профессионализм, богатый опыт и знания, приобретённые при реализации многочисленных проектов по повышению надёжности функционирования объектов энергетической инфраструктуры России и дружественных нам государств, в сочетании с чутким руководством и внимательным отношением к людям позволяют Вам передавать годами наработанную мудрость новым поколениям оперативного, обслуживающего и ремонтного персонала тепловых и атомных электростанций, сетевых предприятий и других энергетических объектов России и стран ЕАЭС.

Коллеги, друзья и многочисленные ученики высоко ценят не только Вашу компетентность и богатый жизненный опыт, но и неизменную доброжелательность, внимательное отношение к окружающим Вас людям.

Заверяю Вас, что научно-отраслевые и региональные отделения Академии военных наук в полной мере готовы участвовать в реализации инновационных научно-технологических проектов Группы компаний «Энергобезопасность».

От всей души желаю Вам, Сергей Игнатьевич, всего самого доброго и светлого!

Крепкого здоровья, благополучия, счастья и дальнейших успехов во всех начинаниях на благо Отечества.

ИО президента Академии военных наук
Первый вице-президент АВН

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'N. I. Turko'.

Н. И. Турко

Сергею Игнатьевичу Магиду исполнилось 80 лет



Н. Д. Рогалев

Уважаемый Сергей Игнатьевич!

От имени коллектива Национального исследовательского университета «МЭИ», Вашей «alma mater», примите самые теплые и искренние поздравления с 80-летним Юбилеем со Дня рождения!

Мы знаем, насколько впечатляющим является Ваш трудовой путь, насколько значимы вехи на этом пути: от инженера треста ОРГРЭС до Директора департамента ЮНЕСКО/МЦОС TVET и главного редактора журнала «Надежность и безопасность энергетики»

Редколлегия журнала, под Вашим непосредственным руководством, по-прежнему верна выбранному курсу, поддерживает неизменно высокие требования к авторам и качеству статей, остаётся открытым самым современным направлениям развития энергетики. Журнал постоянно и целенаправленно освещает последние достижения науки и техники, производственные успехи в деятельности компаний и предприятий энергетики, передовой опыт их работы.

Вашему замечательному журналу удаётся на протяжении многих лет оставаться востребованным и престижным. Редколлегия, редакция и авторы стремятся помочь реформированию энергетики, остро ставят вопросы взаимодействия головных энергетических организаций и региональных энергосистем в повышении надёжности

работы Единой энергетической системы, поднимают проблемы энерго- и ресурсосбережения в отрасли, освещают практику инновационного развития предприятий, способствуют улучшению условий труда и быта энергетиков.

Журнал «Надежность и безопасность энергетики» всегда отличали высокий научный уровень и направленность на решение злободневных задач. Живая полемика, новизна идей, «созвездие» ярких авторов многие годы обеспечивали популярность издания, позволили не только сохранить, но и преумножить своих читателей.

Разработанная Вами методология математического и программного моделирования энергообъектов для тренажёров оперативного персонала, позволила создать первый в России полномасштабный комплексный тренажер теплофикационного энергоблока мощностью 250 Мвт, инициировать разработку и внедрение тренажеров для электростанций и сетевых предприятий России и Казахстана.

Желаем вам дальнейших творческих успехов на благо российской энергетики, здоровья, счастья, интересных публикаций, заинтересованной и благодарной аудитории, экономической стабильности, благополучия, успехов в достижении намеченных целей!

Крепкого здоровья Вам и Вашим близким!

Ректор НИУ «МЭИ»

Н. Д. Рогалев

ХРОНИКА, ПУБЛИКАЦИИ

• Энергетики стали заложниками собственной эффективности

Предправления «Совета рынка» Максим Быстров — о том, что сделает ценообразование более рыночным и как быть с перекрестным субсидированием в электроэнергетике.

Максим Быстров Предправления ассоциации «НП Совет рынка»

Родился в 1964 г. в Москве. Окончил Московский инженерно-строительный институт (МИСИ) и Всероссийскую академию внешней торговли. Начал карьеру в МИСИ инженером на кафедре использования водной энергии

1987 инженер треста «Мосзагранэнергооргстрой» в Минэнерго СССР

2001 пришел в Минэкономразвития России, последняя должность — замдиректора департамента тарифного регулирования и инфраструктурных реформ

2006 замруководителя РосОЭЗ, курировал Инвестиционный фонд Российской Федерации

2007 замминистра регионального развития России, курировал подготовку к Олимпиаде-2014 и Инвестиционный фонд

2009 замдиректора департамента промышленности и инфраструктуры правительства России

2010 заместитель полпреда президента России в Северо-Кавказском федеральном округе (СКФО), инвестиционный уполномоченный президента в СКФО

2013 предправления ассоциации «НП Совет рынка» и ОАО АТС («дочка» «НП Совет рынка»)



Предправления ассоциации «НП Совет рынка» Максим Быстров

Тенденция последних лет в российской электроэнергетике — переход бизнеса на собственную генерацию. Небольшие электростанции для своих нужд строят и промышленные гиганты, и небольшой бизнес, занимающийся сельским хозяйством, гостиницами или коммерческой недвижимостью. Точные объемы такой генерации оценить сложно, так как единая энергосистема не видит маленькие объекты. По разным оценкам, на собственную генерацию может приходиться от 10 до 23 ГВт при общей мощности российской энергосистемы 246 ГВт.

Уходить на собственную генерацию бизнес вынуждает сама система. Централизованное энергоснабжение оказывается дорогим, в цену включаются не только стоимость используемой электроэнергии и мощности, но и различные надбавки — на строительство новых мощностей, развитие региональных энергетик и компенсацию заниженной цены для населения. Сейчас уже в 51 из 61 региона оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ) потребителям выгоднее строить собственную генерацию, подсчитал «Совет рынка». И желающих реализовать проект за счет рынка меньше не становится.

От некоторых нерыночных надбавок нужно избавляться, а льготы предоставлять более избирательно, считает председатель правления «Совета рынка» Максим Быстров. Систему ждет перезагрузка.

— Какие важные изменения произошли в системе и на рынке в 2019 г.?

— Год был неплохой. Мы провели два отбора по программе модернизации, на 2022–2024 и 2025 гг. Конкуренция была высокая, CAPEX (капитальные затраты) серьезно снизился, в итоге проекты обойдутся рынку дешевле, чем прогнозировалось. Это лишний раз показывает, что если и применять какие-то механизмы сбора денег с рынка, то участие в них должно быть конкурентным.

Кроме того, появились агрегаторы спроса. Согласно новому законодательству розничные потребители, снижая потребление, могут через компании-агрегаторы сглаживать пики и влиять на цены оптового рынка. Пока этот процесс идет тяжело, мы еще не научились делать так, чтобы агрегаторы вместе с оптовыми покупателями сильно влияли на цену. Но мы, собственно, первый год и рассматривали как пилотный.

Важная инициатива по цифровизации учета. Не знаю, как дальше она будет реализовываться в связи с эпидемией коронавируса, но это очень важная задача для функционирования рынка, потому что он базируется на данных по учету и в идеале мы должны стремиться к тому, чтобы эти данные собирались и передавались автоматически.

Еще ощущалось большое давление со стороны некоторых регионов, стремящихся попасть в систему регулируемых договоров, — в частности, со стороны Забайкальского края. Нам удалось совместно с Минэнерго, Федеральной антимонопольной службой (ФАС), профильным комитетом Госдумы, потребителями и генераторами убедить правительство не делать этого, а предложить зафиксировать законодательно список регионов на регулируемых договорах, запретить его расширение и дальше попытаться выработать процедуру, как мы будем выводить регионы из списка.

— Еще вы говорили, что 2019 год стал самым успешным по платежной дисциплине на оптовом рынке за последние пять лет. Уровень расчетов составил 100,1%. С чем вы это связываете?

— Действительно, мы вышли на рекордную оплату на ОРЭМе, больше 100%. Это на 0,6% выше, чем в 2018 г. Кому-то может показаться, что это небольшая цифра.

Но в деньгах, учитывая, что стоимость товарной продукции на оптовом рынке составляет около 2 трлн руб., это много. Отчасти нам помогло, что некоторые крупные неплательщики были лишены статуса [гарантирующих поставщиков], на их место пришли другие компании, которые погасили задолженность. Также лучше стали рассчитываться предприятия Минобороны, что позволило гарантирующим поставщикам повысить уровень расчетов на оптовом рынке.

— В первые месяцы года уровень расчетов на оптовом рынке слегка снизился. Свидетельствует ли это о начале кризиса?

— Из пяти месяцев 2020 г. только два кризисных — апрель и май, и делать выводы пока рано. В принципе, в начале года финансовая дисциплина всегда хуже, но в середине и в конце года мы нагоняем. Это происходит каждый год. После принятия пресловутого постановления №424 (правительства России от 2.04.2020 «Об особенностях предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов»), которое снизило платежную мотивацию для неплательщиков и позволило не отключать их [за неплатежи], все рисовали апокалиптические картины.

Опасались двух вещей: снижения спроса и снижения оплаты за энергоресурсы. Давайте разберем.

Спрос в начале года действительно снижался, но этот год, как все могли заметить, довольно теплый. Конечно, повлияли и карантинные месяцы. При этом изменение по федеральным округам было неравномерным. Однако совокупно по обеим ценовым зонам, по данным оптового рынка, объем потребления электроэнергии за пять месяцев 2020 г. уменьшился на 3,3% по сравнению с тем же периодом 2019 г. Никакого драматического снижения не произошло. Посмотрим, что сейчас будет происходить в июне – июле. Надеюсь, что спрос восстановится.

Что с платежами? На оптовом рынке ничего экстраординарного не произошло. По сравнению с прошлым годом (который не был кризисным) цифры не сильно отличаются, т. е. ситуация более-менее нормальная. Розница в целом также показала неплохие результаты — на уровне прошлого года. При этом мы наблюдаем снижение уровня расчетов по отдельным категориям потребителей — это население, управляющие компании и сфера ЖКХ (теплоснабжающие компании, водоканалы), которые просели на 15%. Но опять же, на мой взгляд, нет необходимости нагнетать. Мы считаем, что, если ситуация с коронавирусом купируется, мы выйдем на нормальный уровень потребления, мы 2020 г. пройдем не хуже, чем 2019-й. Главное — не навредить необдуманными шагами. Правильно было бы ввести какие-то адресные субсидии или послабления тем, кто в них действительно нуждается, а делать поблажки всем, как это предусмотрено в 424-м постановлении, — это не очень хороший сигнал для потребителей.

— Тем не менее наблюдательный совет «Совета рынка» ввел послабления по оплате и для участников оптового рынка.

— Мы понимаем, что проблемы, которые формиру-

ются на рознице, рано или поздно будут транслироваться на опт. К нам обращались многие гарантирующие поставщики, которые говорили: дайте нам тоже какие-то послабления по оплате на опт, потому что мы сталкиваемся с неплатежами на рознице. У нас было два заседания набсовета по этой теме. В итоге приняли некоторые поддерживающие меры. Кроме того, дали генераторам возможность сдвинуть сроки окончания ремонтов, которые были начаты в карантинный период. Это точечные и ограниченные по времени меры, которые затронут небольшое количество участников.

— Громкой темой прошлого года был рост цен на РСВ (рынке на сутки вперед) в I квартале. Это даже стало предметом интереса ФАС. Потребители энергии связывали рост с использованием оперативных заявок без указания цены. Могли они использоваться для манипулирования ценами?

— Правительство и президент держат на контроле цены на электроэнергию, и при любом росте цен, превышающем прогнозируемые уровни, Минэкономразвития просит нас объяснить, почему так происходит. Мы это делаем. В I квартале 2019 г. цены на РСВ действительно росли темпами, которые мы не прогнозировали, но наш анализ показал, что ничего экстраординарного не было. Модель формирования цены РСВ сложная и связана с несколькими факторами — уровнем спроса и предложения, погодой, ремонтами, водностью. Надо сказать, что уловки со стороны отдельных участников рынка — как производителей, так и потребителей — тоже возможны, но обычно этот фактор либо минимальный, либо отсутствует.

Претензии потребителей тогда, насколько я помню, относились не к цене РСВ, а к одноставочной цене, которая также включает цену мощности. А это значит, что, например, ввод крупного объекта по договорам о предоставлении мощности (ДПМ) сразу поднимает цену мощности и, соответственно, одноставку. В 2019 г. одновременно наложились малая водность, ввод объектов и рост надбавок. В течение года цены снизились и вернулись к прогнозным значениям. Потребители и производители на набсовете обменялись поручениями по анализу поведения друг друга. Что мы и делаем. Это очень здоровый и открытый диалог. На мой взгляд, мы полностью контролируем ситуацию с точки зрения противодействия манипулированию на рынке.

— Если вы видите признаки манипулирования, что вы делаете?

— Если мы замечаем некие ценовые сигналы, которые не можем объяснить обычными факторами, то анализируем соответствующие ценовые заявки, чтобы понять, какие несовершенства есть в договоре о присоединении к оптовому рынку (ДОП) и иной нормативной базе «Совета рынка». Если находим, то оперативно докладываем набсовету и предлагаем внести необходимые правки.

Ассоциация «Некоммерческое партнерство Совет рынка по организации эффективной системы оптовой и розничной торговли электрической энергией и мощностью» (ассоциация «НП Совет рынка») образована в

2008 г., выполняет функции регулятора энергорынков.

«Совет рынка» объединяет продавцов и покупателей электроэнергии, инфраструктурные организации и экспертов. В палату продавцов входит 98 компаний, производящих электрическую и тепловую энергию. Это и крупные генерирующие компании — как «Русгидро» или «Росатом», и электростанции, обеспечивающие энергией отдельные города или предприятия, — как Щекинская ГРЭС или Ново-Салаватская ТЭЦ. В палате покупателей — 253 компании: гарантирующие поставщики, сбытовые компании и крупные потребители. Например, Сибирский химический комбинат, «Мечел-энерго», Богучанский алюминиевый завод, «МТС энерго». Палата инфраструктурных организаций — четыре организации, обеспечивающие функционирование коммерческой и технологической инфраструктуры оптового рынка электроэнергии и мощности.

Если же мы находим несовершенства в системе регулирования, которая относится к зоне ответственности Минэнерго (постановления правительства, федеральный закон), пишем обращения в Минэнерго, в правительство — с просьбой внести соответствующие изменения. Второе случается значительно реже, потому что в основном тонкие места — именно в нашей системе регулирования. Подключение ФАС — это крайняя мера. Надо сказать, что и генераторы, и потребители понимают, что честность — лучшая долгосрочная политика. Все стараются работать честно. Это не значит, что где-то не появится менеджер, который увидит лазейку в нашем сложном законодательстве. Но это и в других сферах происходит.

— Сейчас цены РСВ снижаются, учитывая падение спроса на электроэнергию?

— Иногда к нам апеллируют: в Европе цены упали, в Канаде упали ниже нуля, там генераторы приплачивают потребителю, чтобы у них электроэнергию забирали. Я не могу говорить за другие рынки, могу сказать только о том, что у нас. У нас во второй ценовой зоне (Сибирь) много гидроресурсов, и зачастую бывает, что ночью или в отдельные часы суток складываются нулевые цены. А в мае и июне у нас были нулевые цены и в первой ценовой зоне, что достаточно редкое явление. Это как раз связано с падением спроса из-за коронавируса. В целом на РСВ бывают суточные падения индекса и до 25%. Потом цена, конечно, так или иначе отыгрывается, но тренд все равно понижающий.



Во второй ценовой зоне (Сибирь) из-за большого количества гидроресурсов ночью зачастую складываются нулевые цены (на фото: Саяно-Шушенская ГЭС).

— По данным «Совета рынка», более 80% платежа за мощность приходится на нерыночные надбавки. Долгое время обсуждается, что от них надо избавляться. Есть ли у «Совета рынка» конкретные предложения?

— Плата за мощность лишь на 20% состоит из рыночной части и зависит от спроса, 80% — различные надбавки и «особые» механизмы. Некоторые из них связаны с устойчивым функционированием отрасли и ее развитием. Это ДПМ-1, ДПМ модернизации, ДПМ ГЭС, ДПМ АЭС и в какой-то части ДПМ ВИЭ — т. е. проекты, которые создают мощность. Они нужны. Два из них вообще конкурентны: ДПМ ВИЭ отбирается по наименьшим капитальным затратам, а ДПМ модернизации — по наименьшей одноставочной цене. За счет конкуренции будущие платежи рынка снижаются относительно прогнозируемых. По нашим оценкам, в 2020 г. на такие надбавки придется около 530 млрд руб., в 2035-м — примерно 480 млрд руб.

А есть надбавки, которые отрасли ничего не дают. Например, субсидирование тарифов на Дальнем Востоке или проекты по твердым бытовым отходам. С точки зрения развития рынка электроэнергии и развития генерации это никакого отношения к нам не имеет. От этих надбавок мы и хотим избавиться. На них в 2020 г. придется около 38 млрд руб., в 2035 г. — около 84 млрд руб. По идее, надо бы перекинуть эти затраты на федеральный бюджет. Минфин, кстати, против. Говорят, что это приведет к росту бюджетных расходов. Замечательный ответ! Да, приведет. Ну, собственно, на проекты, которые важны не конкретной отрасли, а важны в целом для страны, и нужно тратить бюджетные деньги.

— То есть единственный способ освободить рынок — перекинуть надбавки на бюджет?

— Если мы ставим перед собой задачу субсидировать тариф в условно Магадане, то либо это делаем мы (за счет потребителей), либо государство. Другой путь — развивать там дешевую генерацию. Она сейчас почему дорогая? Потому что там стоят дизель-генераторы, там отдаленные поселки, северный завоз, навигация короткая и т. д. Но можно сделать так: сейчас цена там условно составляет 45 руб. за 1 кВт ч, мы фиксируем ее на уровне 35 руб. сроком на 15 лет и зовем инвесторов. Приходите, привозите ветровые установки, солнечные панели, комбинируйте с дизелями — вот вам тариф, который ниже сегодняшнего, и на какой-то период времени он гарантирован. Если устраивает — заходите. Если нет — скажите, почему, а мы все посчитаем, пересмотрим условия. Это в любом случае надо делать. Мы давно это предлагали, вроде даже правительство нас услышало.

Второй пример надбавки — мусорные ТЭЦ. Это просто какой-то апофеоз неэффективности! Тут у нас сразу несколько перекресток [перекрестное субсидирование] зашито. Межрегиональная: мы сжигаем мо-

сковский мусор и заставляем платить все остальные регионы. Да, половину оплачивает Москва, но вторую половину берем со всех. И межотраслевая перекрестка: отрасль утилизации отходов мы субсидируем за счет отрасли электроэнергетики. У нас есть целое исследование, которое показало, что в этой идее все неправильно. А уж еще 25 заводов — это надо вообще рынок закрывать.

— А что именно неправильно?

— Во-первых, у нас ссылаются на опыт Европы, Японии. Но в структуре системы обращения с отходами там сжигание находится на предпоследнем месте, после — только свалки. У нас же сжигание повысили на одну ступень выше, приравняв к переработке. Нигде такого нет. При этом мы сжигаем ценные отходы и получаем золу, отходы более высокого класса опасности. Во-вторых, это дорогой способ утилизации и его стоимость не покрывается. Поэтому им нужны деньги от электроэнергетиков. По предварительным оценкам, строительство 25 новых мусоросжигательных заводов (МСЗ) обойдется энергорынку в 1,2–1,5 трлн руб. Капитальные затраты на 1 кВт установленной мощности у МСЗ в 30 раз выше, чем у отобранных проектов модернизации генерирующего оборудования тепловых электростанций (379 000 руб. против 12 100 руб.). Если 25 заводов будут построены, дополнительный рост цены 1 МВт ч для потребителей оптового рынка составит в среднем порядка 5%, но в регионах реализации проектов он может быть выше.

Было бы справедливо платить МСЗ как обычному участнику рынка — за их мощность на рынке и за электроэнергию на РСВ. Это максимальный уровень поддержки, который мы готовы им оказать. Все остальное, чего им не хватает, они должны либо собрать с предприятий и граждан внутри отрасли обращения с отходами, либо получить субсидию от государства.



По предварительным оценкам, строительство 25 новых мусоросжигательных заводов (МСЗ) обойдется энергорынку в 1,2–1,5 трлн руб. (на фото: спецзавод №1 во Владивостоке)

— Зампред правления «Совета рынка» Олег Баркин говорил об идее субсидирования государством процентных ставок по кредитам и для инвесторов в возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

— Программа поддержки ВИЭ-генерации — ДПМ ВИЭ — существует за счет платежей рынка, который гарантирует 12%-ную окупаемость в течение 15 лет. За все время мы соберем 1,8 трлн руб. и построим примерно 5,5 ГВт мощности. Так вот, менее 500 млрд руб. достанется производителям оборудования. А около 800 млрд руб. уйдет банкам в качестве возврата процентов по кредитам. Почти половина. Иными словами, ДПМ можно назвать системой поддержки доходности банков. Поэтому, конечно, если эту половину снизить за счет субсидий на треть, это уже существенная помощь и рынку, и инвесторам.

— Это может появиться во второй программе?

— Мы на этом настаиваем. Смотрите, мы провели первый этап поддержки и надеялись, что на нем все остановится и сектор [ВИЭ] заживет собственной жизнью. Не получилось: сектор хочет, чтобы и дальше ему костыли подставляли. Но мы говорим, что не хотим быть единственными костылями в этой истории. Государство же поставило задачу существенно локализовать продукцию, тогда пусть субсидирует процентную ставку. Ведь если б государство параллельно не решало множество проблем с развитием промышленности для ВИЭ, с обеспечением занятости, инвесторы просто бы купили в Китае дешевую технологию и получили низкую стоимость электроэнергии.



«Совет рынка» настаивает, чтобы государство субсидировало процентные ставки по кредитам для строительства ВИЭ

— Еще обсуждалось использование зеленых сертификатов вместе с программой ДПМ. Готовы к этому потребители?

— Зеленых сертификатов, доступных для покупки потребителями, пока нет. Однако мы считаем, что их надо внедрять уже сейчас и распространять на существующие ДПМ ВИЭ. Чтобы на сумму с продаж зеленых сертификатов можно было бы уменьшать ДПМ-платеж. Спрос на них будет. Напомню, эту идею мы начали разрабатывать несколько лет назад, сами создали рабочую группу в «Совете рынка», все просчитали и подготовили проект. Поэтому, когда в прошлом году [глава правительства в тот момент] Дмитрий Медведев на консультативном совете по иностранным инвестициям дал поручение разработать систему зеленых сертификатов, у нас уже все было. Почему это поручение

появилось на совете по инвестициям? В России работает много иностранных компаний из списка RE100. Это компании, которые поставили себе задачу быть климатически нейтральными, использовать зеленые технологии. В их числе, например, IKEA, Unilever и др. Единственный способ доказать, что ты используешь возобновляемую энергию, — предъявить зеленый сертификат. Поэтому да, спрос будет. Более того, задумались об этом и российские компании, которые торгуют на зарубежных рынках. Потому что западные страны существенно ужесточают подход к своему импорту с той точки зрения, что это должна быть зеленая история.

— Какие вы видите варианты решения проблемы перекрестного субсидирования?

— В стране эту проблему пытаются решить лет 20, и никак решить не могут. В 2019 г. объем перекрестного субсидирования в электроэнергетике составил более 400 млрд руб. Из них 236 млрд руб. — перекрестное субсидирование на розничных рынках. Объем субсидирования между группами потребителей на оптовом рынке оценивается на уровне 185 млрд руб. В основе нашей неспособности решить эту проблему лежат социально-политические ограничения. Потому что — это очевидно — придется повышать стоимость электроэнергии для населения. Но тут важно понимать, кому повышать и насколько. Выходом были бы соцнормы (норма потребления, при превышении которой тариф становится выше). Она была давно придумана, но так и не реализована. Или, например, усовершенствованная замена соцнормы — вариант Крыма, где еще с советских времен действует блочная система, когда тариф ступенчато зависит от объема потребления. На самой низкой ступеньке потребления он остается льготным и повышается по мере роста потребления. Высоту ступенек можно регулировать и сделать переход плавным. Полный отказ от перекрестки означал бы резкий рост тарифов для населения и, возможно, рост социальной напряженности. Поэтому мы — сдержанные оптимисты в вопросе преодоления перекрестки.

— Насколько может вырасти тариф для населения, если начать выравнивать перекрестное субсидирование через социальную норму?

— Надо считать. Можно ориентироваться на соотношение в тех странах, где логичная система ценообразования: т. е. население платит больше, чем промышленность. Мы считаем, что потолок — это на 30%. Да, это очень серьезно, но это логично со всех сторон. Мы в этом вопросе крупных потребителей поддерживаем: те, кто потребляет много и сидит на высоком напряжении, должны платить меньше, чем те, кто потребляет мало и сидит на низком напряжении. Потому что оптовик всегда платит меньшую цену. Но, к сожалению, политические ограничения и риски социальной напряженности, о которых я уже говорил, не дают нам этого сделать. И нельзя осуждать правительство за это. Мы отвечаем за сегмент отрасли, а правительство отвечает за страну в целом.

— Перекрестное субсидирование и другие надбавки вынуждают потребителей переходить на собственную генерацию. Как активно она растет и каков сейчас ее объем?

— Сложно сказать. По законодательству все генерирующие объекты мощностью больше 25 МВт должны присутствовать на опте. Поэтому владельцы крупной собственной генерации приходят к нам за разрешением не выводить ее на рынок, а использовать для себя. Мы видим только эту мощность. Остальное происходит вне нашей зоны видимости. Это плохо, и мы хотим это поправить, чтобы понимать, какой на самом деле объем розничной генерации и как он меняется.

К сожалению, иногда мы сами толкаем потребителей к строительству собственной генерации. Такой пример — идея «Россетей» по дифференциации тарифа ФСК (предполагает рост тарифа на передачу электроэнергии в магистральных сетях. — «Ведомости»). Иногда к этому приводят инициативы самих потребителей. Например, история с модернизацией Восточного полигона (Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей), где строительство дополнительной генерации в интересах одного потребителя — РЖД — предлагается финансировать за счет других. И этот пример не единственный.

Оптовый рынок оказался очень удобной площадкой для сбора денег. Мы собираем деньги примерно с такой же эффективностью, как Федеральная налоговая служба. Но взять деньги с оптового рынка проще, чем у Минфина. Мы оказались заложниками своей эффективности. Отдельные группы потребителей, отдельные регионы говорят, что им нужны особые условия, им нужны регулируемые договоры на все группы потребителей, нужны сниженные тарифы, инвестиционные надбавки, которые гарантируют возврат капитала. Все это поднимает цену оптового рынка. А потом те же потребители говорят, что им нужны льготы, потому что цены оптового рынка растут. Получается замкнутый круг. Если это не остановить, система рухнет.

— Как это остановить?

— Не надо навязывать рынку льготы, которые приводят к ухудшению ситуации для других. Есть два великодушных примера. Приходит потребитель и говорит: мне нужна льготная цена на электроэнергию — у нас такая модная отрасль, связанная с IT-цифровизацией, объемы потребления у нас большие, ровные, нам нужна суперцена. И такую цену назвал, которой у нас даже на РСВ нет. И тут он проговаривается: нужна льгота, потому что без нее срок окупаемости будет четыре года, а не два. Представляете? У нас в энергетике срок окупаемости 15–20 лет!

Второй пример. Приходит отрасль: мы сильно зависим от цены на электроэнергию, нам нужна льгота. Мы садимся разбираться, пытаемся объяснить, что они и без льгот могут снизить затраты, так как у них ровный график потребления. И тут я открываю «Ведомости» и читаю про эту отрасль. Оказывается, там закончилось отраслевое субсидирование и рентабельность по EBITDA снизилась с 60% до примерно 45%. Я звоню ге-

нераторам и спрашиваю, какая у них рентабельность по EBITDA. Они называют цифру в разы меньше. Так, может быть, той отрасли продолжить субсидирование из бюджета, а не пытаться получить субсидию от отрасли, где рентабельность существенно ниже? И мы такой прессинг испытываем каждый день.

Мне кажется, надо вводить общий принцип: если хочешь субсидироваться, раскрывай свою экономику. Потому что мы не готовы делать [другие] прибыльные бизнесы еще более прибыльными. И бюрократическими методами можно бороться. Любые просьбы о снижении цен на электроэнергию должны проходить через бюрократическую систему, систему скрупулезных обоснований. Например, на профильной правительственной комиссии по электроэнергетике, где есть и министры, и ФАС, и потребители, и все крупные генераторы, и мы. Или через Госсовет. Тогда губернатор, желающий получить регулируемый тариф для своего региона, должен будет объяснить другим губернаторам, почему они должны за это заплатить. Но самая эффективная политика — отсутствие любых исключений.

— Ситуация с ограничениями в связи с пандемией вскрыла какие-то недочеты энергосистемы или в модели рынка?

— Вскрыла. Что произошло? Объем потребления снизился, а объем обязательств по оплате нерыночной части мощности остался тем же. И это распределилось на меньший объем электроэнергии. За счет сжатия базы размер платы вырос. И тут мы выяснили неприятную для себя и для отрасли вещь: во все наши расчеты с точки зрения инвестиционного пирога — т. е. объема средств, который мы можем потратить на развитие отрасли, учитывая ограничение на рост цены электроэнергии не выше инфляции, — мы уже не очень укладываемся. Если туда добавить 25 мусорных заводов и Восточный полигон, мы пробьем инфляцию. А это нарушение решения президента России со всеми вытекающими последствиями.

Когда эти пироги рассчитывались, было два сценария, предполагающих рост потребления на 0,5 и на 1%. То есть, если у нас потребление начнет стагнировать, объем доступных средств для инвестиций снизится. Это очень неприятная картина. На мой взгляд, надо считать вариант роста потребления «на ноль» и закладывать с запасом. Но опять же никто не знает, сколько продлится вся эта история. Возможно, спрос быстро восстановится и не нужно будет ничего корректировать.

— С чем столкнется отрасль в ближайшие 5–10 лет? Какие сегодняшние проблемы надо непременно к этому времени решить?

— Мы стоим на пороге больших перемен, как бы избито это ни звучало. У нас сейчас единая энергосистема. Надбавки и перекрестка создают сильный стимул для строительства собственной генерации. И ее строят. В какой-то момент владельцы собственной генерации поймут, что им надо объединяться в какую-то свою энергосистему, подключать ВИЭ, под-

ключать накопители, цифровые технологии перераспределения спроса, агрегаторы спроса — закон возрастания энтропии применим и тут. Но в ответ система все равно будет стремиться к оптимизации. И оптимизация — в объединении и укрупнении. Может быть, на других условиях, с высокой степенью цифровизации и локального энергетического балансирования, гораздо большего, чем сейчас, но мы точно будем двигаться в этом направлении. Я оптимист и считаю, что временное нарастание хаоса в перспективе приведет к упорядочиванию и самоорганизации системы. И даже крупные потребители с собственной генерацией, которые в своих отраслях прошли путь повышения эффективности при росте масштаба производства, поймут выгоду консолидации. Произойдет перезагрузка.

• **Минприроды оценило всю нефть России.** Министерство природных ресурсов впервые оценило стоимость всех запасов углеводородов в стране. Запасы нефти оценены почти в 40 триллионов, природного газа — в 11 триллионов рублей.

Это оценка на конец 2017 г., далее она будет актуализироваться ежегодно. Стоимость запасов нефти составила 39,6 трлн руб., природного газа — 11,3 трлн руб., коксующегося угля — почти 2 трлн руб.

С учетом других полезных ископаемых совокупная стоимость всех минеральных и энергетических ресурсов (нефть, газ, золото, медь, железная руда, уголь энергетический и бурый, алмазы) составила 55,2 трлн руб., или 60% от российского ВВП за 2017 г.

В методологии министерства объектом оценки являются «запасы, оцениваемые в разрезе участков недр, на которые в установленном порядке выдана лицензия на пользование недрами и по которым имеются утвержденный в установленном порядке технический проект и иная проектная документация на выполнение работ». То есть оценка Минприроды меньше совокупного объема разведанных запасов.

Для оценки используется доходный подход — совокупность методов оценки, основанных на определении потенциальных доходов, связанных с эксплуатацией ресурсов. Обобщающим показателем оценки служит величина дисконтированного чистого денежного потока, который может быть получен в результате добычи и реализации полезных ископаемых на всех участках недр.

В натуральном выражении на конец 2017 г. ведомство оценило запасы нефти страны в 9,04 млрд тонн, газа — в 14,47 трлн кубометров.

Для сравнения: по данным британской BP (статистический ежегодник-2018), доказанные запасы нефти в России на конец 2017 г. составляли 14,5 млрд тонн, природного газа — 35 трлн кубометров.

• **Третий блок Прегольской ТЭС введен в эксплуатацию.** В Калининграде на два месяца раньше утвержденного российским правительством срока введен в эксплуатацию третий блок новой Преголь-

ской теплоэлектростанции, сообщила пресс-служба калининградского филиала ООО «Интер РАО – Инжиниринг».

Напомним, что в регионе по решению правительства РФ строятся четыре электростанции (три на газовом топливе и одна угольная) суммарной мощностью около 1 ГВт. Новые энергомощности позволят обеспечить энергобезопасность Калининградской области, а также существенно повысить маневренность и управляемость энергосистемы региона.

В «Интер РАО» отметили, что за 72 часа испытаний парогазовая установка проработала при максимальной и минимальной нагрузке, разгружалась до нижнего предела мощности, прошла тестирование набора и сброса нагрузки. Кроме того, подтверждена устойчивая работа оборудования в течение восьми часов на нагрузке технологического минимума, а также испытания на выделенный район.

Строительство Прегольской ТЭС мощностью 454 МВт, где запланированы четыре парогазовых энергоблока, ведется с июля 2016 г. В торжественном пуске третьей очереди станции приняли участие председатель правления ПАО «Интер РАО» Борис Ковальчук, министр энергетики России Александр Новак, вице-премьер Дмитрий Козак и губернатор Калининградской области Антон Алиханов.

Первый и второй энергоблоки станции были введены в эксплуатацию также досрочно. В настоящее время ведутся пусконаладочные работы на четвертой парогазовой установке, ее планируется ввести в эксплуатацию до конца марта.

Еще две новые парогазовые электростанции — Маяковская ТЭС в Гусеве и Талаховская в Советске — введены в начале этого года. Новая угольная теплоэлектростанция «Приморская» строится в Калининградской области как запасная и будет работать в режиме «холодного резерва».

• **Крым начал поставки электроэнергии на Кубань.** Начались поставки избытков электроэнергии из Крыма в энергосистему Краснодарского края, сообщило Минэнерго России.

Избыток генерации в энергосистеме Крыма появился после завершения комплексных испытаний второго блока Таврической ТЭС.

«Энергоблок непрерывно работал с номинальной нагрузкой в течение 72 часов. В условиях работы уже введенных двух энергоблоков Балаклавской ТЭС и первого энергоблока Таврической ТЭС Крымская энергосистема функционировала с избытком собственной генерации и обеспечивала выдачу в Кубанскую энергосистему до 300 МВт мощности. Переток мощности происходил в отдельные ночные часы, в период минимального потребления», — сообщила прессслужба Министерства энергетики.

Потребители Крыма в период испытаний с включением второго блока Таврической ТЭС на параллельную работу с Единой энергосистемой России не испытывали нарушений электроснабжения, добавили в Минэнерго.

• **«Газовый король» оказался голым.** «Драма, разыгранная в лучших голливудских традициях», — так СМИ оценивают самый громкий из скандалов уходящей зимы: арест обвиняемого в причастности к убийствам сенатора Раифа Арашукова, а также его отца и брата.

Их подозревают в создании организованного преступного сообщества и хищениях газа на 30 млрд руб. Напоминания о былых прегрешениях считавшегося практически неприкасаемым клана Арашуковых и их влиятельных друзей, массовые обыски и ожидания будущих арестов порождают самые противоречивые объяснения — от «чистки» номенклатуры Карачаево-Черкесии, погрязшей в коррупции, до «подкопа» под руководство «Газпрома», косвенно причастного к данной ситуации.

Ни один из Арашуковых не признал своей вины, а Рауль Арашуков, отец члена Совета Федерации, связал уголовное преследование с произволом при исполнении распоряжения президента «навести порядок на Кавказе».

Сразу после задержания ключевых фигурантов «газового дела» стали всплывать малоприятные подробности поразительного карьерного успеха как тридцатидвухлетнего Раифа Арашукова, самого молодого сенатора в России, так и его отца Рауля Арашукова, прозванного «газовым королем» республики. По информации газеты «Завтра», Арашуков-старший начал свой «трудовой путь» с двух судимостей за мошенничество, а после выхода из тюрьмы стал доверенным лицом своего земляка и родственника Назира Хапсирокова, влиятельного бизнесмена и чиновника, дослужившегося к середине девяностых до должности начальника управления делами Генеральной прокуратуры. Создание «газового княжества» Арашуковых началось с подачи гражданина Хапсирокова, познакомившего Рауля с руководством «Газпрома».

По информации следствия, Арашуков-старший «способствовал назначению родственников и знакомых на различные должности» в газораспределительной структуре «Газпрома». Те, в свою очередь, заключали договоры на поставку предприятиям Северо-Кавказского федерального округа газа в объеме большем, чем было необходимо для нужд потребителей. Злоумышленники похищали газ, продавая его компаниям и гражданам за наличный расчет, создавали условия для хищения газа путем поставок его несуществующим потребителям. Следствие считает, что хищения происходили на протяжении «нескольких лет». Стоимость похищенного газа превышает доходы бюджета Карачаево-Черкесской республики за 2018 г. более чем в полтора раза, и есть основания опасаться, что вернуть похищенные миллиарды так и не удастся.

«Были какие-то приписки объемов поставок, а потом начали разбираться, что этот потребитель столько не получал, вообще не может такое количество потребить», — рассказывает эксперт Финансового университета при Правительстве РФ Игорь Юшков. — Выясняется, что этот газ уходил налево по трубе сразу на

другое предприятие, потреблялся там, но документами это никак не было подтверждено».

«Начиная с 1990-х годов Рауль заправлял не только Карачаево-Черкесией, но и всей газовой отраслью Северного Кавказа, — сообщил анонимный источник, процитированный порталом «Лента.ру». — Везде у него были свои люди. У каждого есть планы по схемам хищения газа, которые они отрабатывают. Это происходило не только в нашей республике: тут и Осетия, и Дагестан, везде были ставленники Арашукова. И сумма похищенного абсолютно не завышена, судя по тому, как они великолепно жили».

По мнению наблюдателей, расследование деяний преступного клана может «утопить» многих влиятельных лиц, включая руководство Карачаево-Черкесии и топ-менеджеров ряда дочерних компаний «Газпрома».

• **Производителям угля не хватает пропускной способности**, чтобы вывезти его в Азию. Замминистра энергетики Анатолий Яновский 4 марта проведет с производителями угля и профильными ведомствами совещание о методике распределения доступа к перевозкам грузов в условиях ограничения пропускных способностей железнодорожной инфраструктуры. Об этом рассказали три человека, близких к участникам совещания, и подтвердил топ-менеджер крупной угольной компании. Разработать методику до 20 марта поручил Минтрансу первый вице-премьер Андрей Белоусов по итогам совещания 25 февраля (текст протокола есть у «Ведомостей», его содержание подтвердили четыре человека, близких к разным участникам). Белоусов также поручил профильным министерствам до 20 марта оценить финансовый результат РЖД от перевозок угля и рентабельность экспорта угля. Минэнерго и Минтранс не ответили на запросы. РЖД переадресовала вопросы в Минэнерго.

Задачу увеличивать экспорт угля в Азию поставил в августе 2018 г. на президентской комиссии по ТЭКу министр энергетики Александр Новак. На европейском рынке российский энергетический уголь занимает около 40%, на азиатском — меньше 10%, приводил он данные. К 2025 г. его долю планируется довести до 20%. Для этого потребуется около 1 трлн руб. частных инвестиций в добычу. Но уголь перевозится преимущественно по железной дороге. Доля угля в структуре погрузки РЖД в 2019 г. составляла почти 30% — 372 млн т. В структуре выручки РЖД на перевозку угля приходится 20,8% — 233,6 млрд руб. (данные «Infoline-аналитики»).

Сейчас на Азию приходится 25% российского экспорта энергетического угля — 99,4 млн т в 2018 г., на долю Европы — 27% (104 млн т), приводит данные Институт проблем естественных монополий. Увеличение поставок в Азию становится особенно актуальным в условиях ужесточения экологического регулирования в Европе. 64,5% экспорта российского угля в европейском направлении приходится на страны Евросоюза. А ЕС сокращает импорт угля с 2012 г., цены

на энергетический уголь в Европе падают: только за 2019 г. — на 25–37% до \$50–60 за 1 т.

В Азии ситуация пока обратная: плата за выбросы парниковых газов низкая или отсутствует, а СПГ дорог. Но и тут российские угольщики могут столкнуться с трудностями, предостерегают эксперты: замедление роста азиатских экономик, инфраструктурные ограничения, рост конкуренции.

Закрытие угольной генерации в ЕС лишает рынка сбыта не только российских угольщиков, что приведет к появлению дополнительных конкурентов на азиатских рынках и избыточному предложению в регионе, говорит старший директор АКРА Максим Худалов. В таких условиях подземную добычу придется сокращать, констатирует эксперт. По его оценкам, до 25% угольной отрасли, или \$4 млрд доходов от экспорта угля, может пострадать в сложившейся конъюнктуре.

РЖД по итогам 2019 г. отчиталась о перевыполнении плана по увеличению провозной способности Восточного полигона на 55 млн т к уровню 2012 г. (фактические перевозки экспортных грузов за семь лет выросли с 58,1 млн до 114 млн т в 2019 г.), а в 2020 г. заявила о готовности перевезти на Дальний Восток 124,9 млн т грузов, напоминает гендиректор «Infoline-аналитики» Михаил Бурмистров. Но эти показатели были достигнуты за счет технологических мер. Планы реконструкции БАМа и Транссиба РЖД полностью выполнить не смогла, подчеркивает эксперт. Угольные компании, по сути, оказались в ситуации, когда на Запад везти невыгодно, а нарастить отгрузки на Восток не позволяет инфраструктура, говорит Бурмистров. В условиях ограниченных провозных способностей у производителей логично возникают вопросы, какую часть их заявок удовлетворяет РЖД. В этих условиях механизм одобрения заявок становится менее прозрачным для компаний, рассуждает он, это приводит грузовладельцев к мысли, что процент удовлетворенных заявок может зависеть от лоббистских возможностей, поэтому желание сделать механизм выполнения заявок более понятным и прозрачным логично. Представитель РЖД подчеркнул, что лоббизм в этом вопросе невозможен: все заявки распределяются между грузоотправителями пропорционально.

Затраты крупного бизнеса на энергию могут резко вырасти: дифференцированный тариф ФСК не решает проблему перекрестного субсидирования. Дифференцированный тариф на передачу энергии по магистральным сетям (ими управляет ФСК, которую контролируют «Россети») практически не снижает нагрузки с потребителей, подключенных к распределительным сетям, но больно ударит по крупной промышленности, следует из обзора Yugon Consulting о последствиях введения дифференцированного тарифа ФСК.

Сейчас тариф на передачу энергии для крупных предприятий, подключенных к магистральным сетям, составляет 0,35 руб. за 1 кВт ч. Это в 4 раза ниже тарифа для потребителей распределительных сетей на вы-

соком уровне напряжения и в 9 раз — на низком уровне напряжения, так как они оплачивают сниженные тарифы для населения (так называемое перекрестное субсидирование). Дифференцированный тариф ФСК и должен снять с них часть социальной нагрузки и переложить ее на потребителей, подключенных к ФСК. Законопроект сейчас обсуждается в правительстве.

По оценкам Vygon Consulting, для потребителей ФСК тариф может вырасти в два (в некоторых регионах — в три) раза, а в целом рост затрат на электроэнергию составит 10–20%. «Это снизит конкурентоспособность российских товаров на внешних рынках и фактически поставит под вопрос выполнение государственной задачи наращивания несырьевого экспорта», — говорит партнер Vygon Consulting Алексей Жихарев. Дополнительные затраты этих компаний оцениваются в 29 млрд руб.

Рост тарифа ФСК, по оценкам Vygon Consulting, снизит инвестиционный потенциал компаний на 185–200 млрд руб. Инвестресурсы могут быть перенаправлены с проектов активного развития на создание собственной генерации, привлекательность которой вырастет. В целом сокращение экспорта и инвестиций может привести к сокращению ВВП на 0,2% ежегодно, а запуск собственной генерации — до 1% ВВП.

При этом задача по снижению нагрузки перекрестного субсидирования на потребителей распределителей не будет решена. Снижение составит в среднем не более 16 коп./кВт ч, т. е. не более 3% в конечной цене.

В «Сообществе потребителей энергии» считают, что снижения тарифа для малого и среднего бизнеса вообще не произойдет. «Недополученные доходы сетевой монополии за прошлые периоды составляют более 200 млрд руб., и вся потенциальная экономия в обозримом будущем будет потрачена на их погашение, т. е. на увеличение доходов сетей», — считает замдиректора «Сообщества» Валерий Дзюбенко. — Рост расходов энергоемких предприятий будет транслироваться по экономическим цепочкам на малый и средний бизнес, и вместо обещанного снижения тарифов предприятия могут получить рост цен на сырье, материалы и оборудование».

Дифференциация тарифов ФСК направлена не на

решение вопроса перекрестного субсидирования, а на «обеспечение прозрачности и справедливости распределения нагрузки по перекрестному субсидированию между категориями бизнеса, включая потребителей, присоединенных к единой национальной электрической сети», подчеркивает представитель «Россетей». По оценкам компании, после повышения тарифа для потребителей ФСК все равно останется минимум в 2 раза ниже, чем для потребителей распределителей, а рост конечной цены на электроэнергию для крупных потребителей в среднем не превысит 10% в год. При этом снижение тарифа распределительного комплекса ожидается в среднем на 6%, а в некоторых регионах больше. В результате, пояснил собеседник, введение дифференцированного тарифа ФСК приведет к росту ВВП на 75 млрд руб. в год. Снятие ежегодной нагрузки с малого и среднего бизнеса в сумме 35 млрд руб. приведет к росту инвестиционного потенциала для его развития, расширению продуктовой линейки и, как следствие, росту выручки и налоговой базы, отметил он. Минэнерго ожидает снижения тарифов на услуги по передаче энергии по распределителям в среднем на 4,3%, сказал представитель.

«Странно, когда за перекрестное субсидирование платят только компании, подключенные к распределительным сетям, а самые крупные компании, обладающие сильными лоббистскими способностями, подключены напрямую к магистральным сетям и не участвуют в этом», — говорит старший аналитик АКРА Денис Красновский. Схожего мнения придерживается и директор Фонда развития энергетики Сергей Пикин. Он отмечает, что крупная промышленность в отличие от бизнеса имеет больший политический вес, ей проще получить финансирование, а размер платы за электроэнергию для нее в несколько раз меньше. В результате дифференциации тарифа перераспределяется примерно 37 млрд руб., это около 3% от общей выручки сетей. Незначительное снижение тарифа в расчетах для потребителей распределителей объясняется тем, что таких потребителейкратно больше, поэтому это выглядит как средняя температура по больнице, но для конкретных предприятий снижение может быть ощутимым, заключает он.

Как повлияет дифференциация тарифа ФСК на регионы и потребителей

В регионах с высоким уровнем перекрестного субсидирования его снижение в результате дифференциации составит в среднем не более 16 коп./кВт ч — около 3% в конечной цене



Структура потребления в ЕЭС России, %



Расчетная ставка перекрестного субсидирования для отдельных регионов поднимет плату для потребителей ФСК на 0,7–1,1 руб./кВт ч до 40% в конечной цене



ИСТОЧНИК: VYGON CONSULTING

ДО ГОРИЗОНТА СОБЫТИЙ: ФАКТЫ, МНЕНИЯ, МЕТАФОРИЗМЫ

О мегагрантах для российской науки

В этом году исполняется 10 лет международной программе мегагрантов. Мне удалось стать одним из ее первых участников, так что у меня есть о ней достаточно представление. (Александр Кабанов, член-корреспондент РАН, профессор Университета Северной Каролины и МГУ)

Около 40% получателей грантов — представители российской научной диаспоры, а в России по программе мегагрантов создано 272 лаборатории в 104 вузах и научных организациях. Сегодня по программе финансируется 100 проектов, к сотрудничеству привлечены ведущие ученые из 35 стран.

В программе мегагрантов нет задачи импортировать в Россию то, что было сделано в других странах. Ее главная цель — создать центры кристаллизации с сильными лидерами, чтобы помочь новому поколению вести прорывные научные исследования. И наши получатели грантов с этим вполне справились, сыграв свою роль в изменении структуры российской науки. В частности, создан Российский научный фонд, функционирующий как настоящий международный институт на основе независимой экспертизы.

Мегагранты иногда сравнивают с китайской программой привлечения ученых «Тысяча талантов». Состояние российской науки нельзя сравнивать с тем, в котором находилась китайская 30–40 лет назад. Там наука и образование строились фактически в чистом поле, китайский опыт изначально целиком был направлен на заимствование. Россия продолжала готовить новые поколения ученых самостоятельно, а Китай мог себе позволить массовую отправку студентов на Запад. А потом запустил обратное движение — стал возвращать в Китай тех, кто получил западную подготовку. Одновременно Китай создал условия для высокотехнологических производств, поставив себе задачу стать не только «мировой фабрикой», но и отобрать у США первенство в науке и инновациях.

Американские компании с удовольствием пошли на перенос производства в Китай, заработали огромные деньги, но оказались в ловушке: вывести оттуда производство теперь недешево и непросто. А китайские фонды, в свою очередь, начали вкладывать серьезные средства в американские разработки, пытаясь получить доступ к ключевым технологиям. Это вызывает беспокойство США: Китай становится мощным конкурентом, а в некоторых случаях напрямую похищает технологии и результаты исследований. Обостряет ситуацию и размах китайской программы: через «Тысячу талантов» прошло свыше 7000 человек.

В США на сегодня уже потеряли работу 54 исследователя, работавших в Китае. Еще в отношении нескольких сотен ведутся расследования. Большинство уволенных нарушили правила: они не докладывали американцам об участии в «Тысяче талантов». Некоторым предъявлены уголовные обвинения за обман или уклонение от налогов. Университетам приходится возмещать деньги за гранты и объясняться, как один и тот же человек мог находиться девять месяцев в году в Китае, как это предусмотрено «Тысячей талантов», и числиться такой же срок грантополучателем в США.

Очевидно, что деятельность, в которой обвиняют Китай, неэтична и вредна. Но непонятно, как сочетать борьбу с ней и информационную открытость, которой требует современная наука.

Сейчас объявлен новый, восьмой конкурс мегагрантов. Время обязательного пребывания по этой программе в России теперь сокращено с четырех до трех месяцев — это оптимально для активных ученых. Чтобы подчеркнуть этическую чистоту российской программы, в мае 2019 г. совет по науке правительства предложил три правила чистых рук. Первое: проект должен быть оригинальным, нельзя повторять исследование, проводимое в другом месте. Это стимулирует творческие прорывы и развитие новых тем. Второе: исследователь обязан поставить в известность основного работодателя об участии в программе и получить у него разрешение. Это и раньше казалось само собой разумеющимся, но теперь — после того как сокрытие многими американскими учеными своего участия в китайской программе обернулось проблемами — это вменено в обязанность. И третье: исследователь не может использовать чужую интеллектуальную собственность без соглашения сторон. Все это очень важные нововведения, которые соответствуют духу и сути этой программы.

Важность сотрудничества ученых становится все более очевидной сейчас, в период пандемии, — в частности, при разработке вакцины от COVID-19. Есть похожий пример из прошлого века, когда создавалась вакцина против полиомиелита. Тогда в жесткой конкуренции в США победил Джонас Солк со своей убитой вакциной. А его конкурент Альберт Сэйбин передал свою живую вакцину Михаилу Чумакову в СССР, где ее и внедрили. Она оказалась лучше, и по результатам советских исследований вакцину Сэйбина в конце концов приняли и в США. Выиграло все человечество.

О призраке коммунизма

Власти городка Гельзенкирхен на западе Германии попытались запретить строительство монумента Ленину. Но 68% жителей выступили за установку памятника. На

церемонию, посвященную вождю пролетариата, собралась большая толпа. «Статуи рабовладельцев, деспотов и разжигателей войн сносятся по всему миру. Как же своевременно мы решили установить статую революционеру, борцу за мир и марксисту, символизирующему будущее и новую эру социализма без капитализма», — говорили с трибуны. (Алексей Сахнин — публицист).

В американском Сиэтле, где как раз валят статуи «рабовладельцев и деспотов», протестующие фотографируются у другого памятника Ленину. «Большая статуя Владимира Ленина в Сиэтле стоит нетронутой, а отцы-основатели Америки сброшены в грязь», — жалуется лидер республиканского большинства в сенате Митч Макконнелл.

Призрак коммунизма вернулся и бродит по планете уже 12 лет. После глобального экономического кризиса 2008 г. начался рост популярности Маркса: тиражи его книг быстро росли по всему миру. Молодежь неожиданно вновь заинтересовалась социализмом. В 2017 г. в США 44% миллениалов хотели бы жить при социализме и еще 7% — при коммунизме. К концу 2019-го коммунизм одобрял уже каждый третий молодой американец. Во второй половине 2010-х стали расти рейтинги крайне левых по нынешним временам политиков.

Было бы странно, если бы этого не случилось. В 1990-х либеральный капитализм считался «венцом творения», к концу 2010-х он стал выглядеть неудачником. Обещание бесконечного роста обернулось десятилетним кризисом и стагнацией. Темпы роста ВВП в развитом мире к 2012 г. упали более чем вдвое по сравнению с послевоенными десятилетиями, а теперь и вовсе могут стать отрицательными. Экономический провал дополнился социальной пропастью: имущественное неравенство вернулось к критическим показателям начала XX в. Средний класс сокращается, пополняя ряды новой армии обездоленных, прекариата. А самый влиятельный научный журнал в мире, Nature, трубит как апокалиптический ангел: «Планету уничтожают богатые», капитализм угрожает самому существованию человечества.

Странно другое. Левые «популисты» прошли над своими странами, как косой дождь, и остались непонятыми. Социализм не стал ни убедительной альтернативой неолиберальному порядку, ни кошмаром капитализма, как это было во времена Ленина.

«Теория становится материальной силой, как только она овладевает массами», — писал Маркс. Для него такой силой был промышленный пролетариат — нищий, отверженный, но дисциплинированный. Сегодня россияне все сильнее ностальгируют по СССР, западная интеллигенция левеет вместе с молодежью, китайцы все чаще с теплотой вспоминают Великого Кормчего — но сам по себе спрос на социальную справедливость не делает массы силой.

Рабочий класс во главе с левыми в свое время добился

исторической победы. Но левые не сумели организовать сопротивления волне либеральных реформ, начиная с Рейгана, Тэтчер и Гайдара. От классовой борьбы они отказались, заменив ее «политикой идентичности». Мужчины и женщины, белые и цветные, геи и натуралы больше не складывались в демократическое единство класса или нации. А левые делали вид, что этот парад «идентичностей» и есть «град обетованный».

И тут пришел COVID. Занавес был отброшен, и все увидели, что социального государства больше нет. Тысячи людей задыхаются в переполненных больницах, а «скорые» не успевают на вызовы. Треть бюджета Лос-Анджелеса уходит на содержание полиции, а у 40 млн американцев нет денег на медицинскую страховку. 1,6 млрд людей до конца года может оказаться без работы, считает Международная организация труда, а у государств и правящих классов нет никаких рецептов, чтобы оказать им помощь. Но пока большинство человечества стремительно нищает, крохотная верхушка становится все богаче — что в России, что в США.

140 американских городов охвачены беспрецедентными протестами, и они уже расползаются по миру. Консервативные медиа говорят, что это заговор демократов, которые хотят свергнуть Трампа руками уличной толпы. Но в Сиэтле требуют отставки мэра-демократа Дженни Дуркан, а в Миннеаполисе демонстранты освистали поддерживаемого демократа мэра Джейкоба Фрея. Белые рабочие, rednecks, скопом записанные журналистами в сторонников Трампа, организуют забастовки солидарности с протестующими. Количество наконец перешло в качество: разьединенные консервативными и либеральными идеологиями, расовыми и гендерными идентичностями люди из низов устали бояться полиции и ждать счетов, которые нечем оплачивать. Каждый из них узнал остальных по паролю: «Я не могу дышать».

Эта новая ясность может сделать то, чего не могли никакие левые: создать новое большинство — ту самую «всемирную армию труда», о которой пелось в «Интернационале».

Своевременные метафоризмы

Политик: для каждого избирателя мы предусматриваем его личный конец света.

Конфиденциальность — самый надежный способ приглашения.

Учительница музыки приходит к нам два раза в неделю, чтобы навести мост через непроходимую пропасть между нашей дочкой и Шопеном.

Парадоксы моделирования: мы заранее знаем, что происходит в объекте-прототипе, но чтобы это знание было истинным, необходима непосредственная встреча с ним.

Лучшее время наслаждаться отдыхом в Турции — недели через две после возвращения.

Среди наших коллег те, кто лучше других умеет работать, лучше других умеют и не работать.

Нет ничего ужаснее успеха наших конкурентов, особенно когда они его заслужили.

Категоричный отказ от поручения — это фактически предложение поднять зарплату.

У нашего начальника на все хватает времени своих подчиненных.

Экзамен в институте — это единственная возможность что-то узнать, предоставленная на несколько дней.

Преимущество экзаменатора, как и следователя, состоит в том, что он сидит за лучшей половиной стола.

Предвыборные обещания: дважды два уже четыре, а будет еще лучше.

Причины и следствия: христианство и диамат, этика и истмат, патриотизм и политкорректность — старые песни о главном.

Скупость начинается там, где кончается бедность (Оно-ре де Бальзак).

Прежде чем занять у друга деньги, подумай, что тебе нужнее: друг или деньги.

Здоровье без денег — половина болезни (Томас Фуллер).

Улыбайтесь — это всех раздражает.

Не говорите мне, что нужно делать, а я не буду говорить вам, куда вам нужно идти.

Ничто так сильно не раздражает, как бывший одноклассник, у которого есть и деньги, и волосы.

Из бывшего браконьера получается обычно хороший егерь.

Мужчина уже наполовину влюблен в каждую женщину, которая слушает, как он говорит.

Шутка никому еще не помогла приобрести врага, но многим помогла потерять друга.

Афоризм никогда не содержит всей правды: в нем либо полправды, либо полторы.

В пустую голову входит много знаний.

Мужчина терпит супружество из-за любви к женщине. Женщина терпит мужчину из-за любви к супружеству.

Наша цивилизация: чукчи получают теплые квартиры и должны работать, чтобы купить холодильник.

История повторяется, потому что не хватает историков с фантазией.

Конец современной сказки: «И если они были реабилитированы, то живут и поныне».

Легче воскресить народ, чем одного человека.

Некоторое существо встало на две свои конечности, а потом опустилось опять на четыре, но уже колеса.

Никогда не отмечай сходство детей с их отцом — это может вызвать неприятное изумление.

Лидер новой партии: он легко находит общий язык с каждым новым попугаем.

О современной экономике: оказавшись на дне, мы услышали стук снизу.

Отыграв свою роль, актеры сходят со сцены (в театре).

Распространять правду можно и устно, для популяризации лжи требуется большой пропагандистский аппарат.

О свободной конкуренции на торгах: бегут взапуски двое, но одного предварительно оскорбили, побили и еще гирию привесили к ноге.

Мужчинам об изнасилованиях: во-первых, мужчина не может понять этого ужаса, ни представить, ни передать; во-вторых, столько уже сказано, что никакие самые жуткие подробности не добавляют смысла; и, наконец, в-третьих, нам, основанным на Y-хромосоме, созданным первыми, нам, имеющим пенетративный орган и намерения, — надо что-то отвечать на это (... неизвестный герой нашего времени).

Так называемая женская интуиция на самом деле — мужское простодушие.

Плохие власти выбираются хорошими гражданами, которые не голосуют.

Примечание: Редакция журнала предупреждает, что самые лучшие афоризмы написаны не нами.

Средний возраст — это когда сидишь дома в воскресенье вечером, телефон звонит и ты надеешься, что звонят не тебе.

За политиками, как за пьяницами, убирать всегда приходится нам.

Мертвых грабят подлые воры и процветающие писатели.

Мстить в ученой среде — это во многих случаях все равно, что кусать собаку, которая укусила тебя.

Память — это безумная баба, которая собирает яркие тряпки, а хлеб выбрасывает.

Серьезность — это глупость с высшим образованием.

Есть книги, незаслуженно забытые, но нет ни одной, которую незаслуженно помнили бы.

Задать трудный вопрос легко.

Когда критик говорит о книге, что она «искренняя», тут же понимаем, что она, во-первых, неискренняя, а, во-вторых, плохо написана.

Пропаганда — это монолог, который ищет не ответа, но эха.

На многих статьях, присылаемых в наш журнал, следовало бы указывать срок годности.

Стучи и в открытую дверь тоже; может быть, ее открыли не для тебя.

О тестах на коронавирус

Пока научное сообщество спорит о точности ПЦР-

тестов и необходимости их проведения, большой бизнес активно включился в зарабатывание денег. Сегодня сразу несколько частных компаний зарегистрировали в Росздравнадзоре ПЦР-тесты.

Скандальную известность получили тесты ООО «Эвотэк-Мирай Геномикс». По сообщениям некоторых СМИ, с этой компанией может быть связан Геннадий Тимченко. Именно «Эвотэк-Мирай Геномикс» сегодня стал чуть ли не основным поставщиком тестов для госструктур, администраций регионов и частных компаний. Интересно заметить, что тесты позиционируются как российско-японская разработка, однако на поверку оказывается, что никакого отношения Япония к тестам не имеет.

Свой тест зарегистрировало также ООО «ДНК-Технология ТС», среди учредителей которого одно время значился главный внештатный аллерголог-иммунолог Минздрава Рахим Хаитов. АО «Вектор-Бест», созданный на базе научного центра «Вектор» при Роспотребнадзоре, сегодня является держателем крупного госконтракта на тесты в размере 178,6 млн рублей.

Также тесты производят такие компании, как ООО «Медипалтех» — крупный поставщик медикаментов для госорганов и ООО «Смартлайфкеа».

Еще одна скандально известная компания, вышедшая на рынок с ПЦР-тестами, — АО «Генериум», принадлежащая олигарху Виктору Харитонину. Компания знаменита созданием «фуфломицина» — арбидола, а также получением в 2015–2018 годах рекордной суммы субсидий от Минпромторга в размере 276 млн рублей на проведение клинических испытаний.





ТРЕНАЖЕР ГЛАВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СТАНЦИИ

Фирма АО «Тренажеры электрических станций и сетей» (АО «ТЭСТ») разработала компьютерный тренажерный комплекс главной электрической схемы станции с ОРУ-220 кВ, ОРУ-110 кВ, КРУ-6 кВ.

Тренажер главной электрической схемы станции прошел приемо-сдаточные испытания.

Тренажер главной электрической схемы станции прошел государственную регистрацию в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Тренажер главной электрической схемы станции может применяться для обучения оперативного персонала электростанции выработке и распределению электрической энергии на электростанциях, в учебных центрах, высших и средних учебных заведениях.

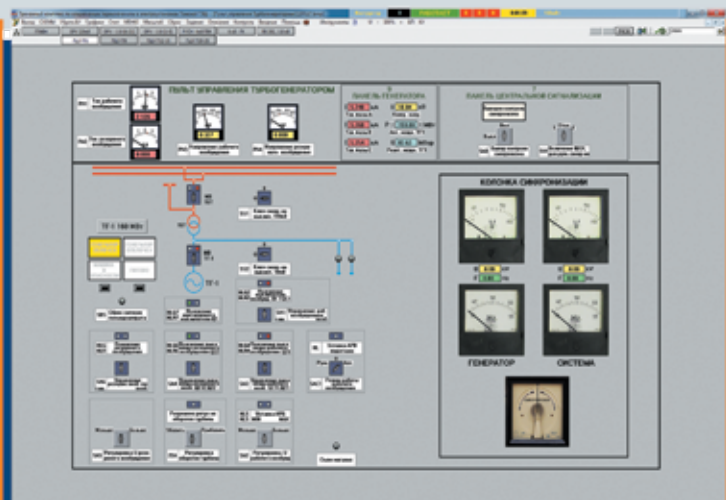
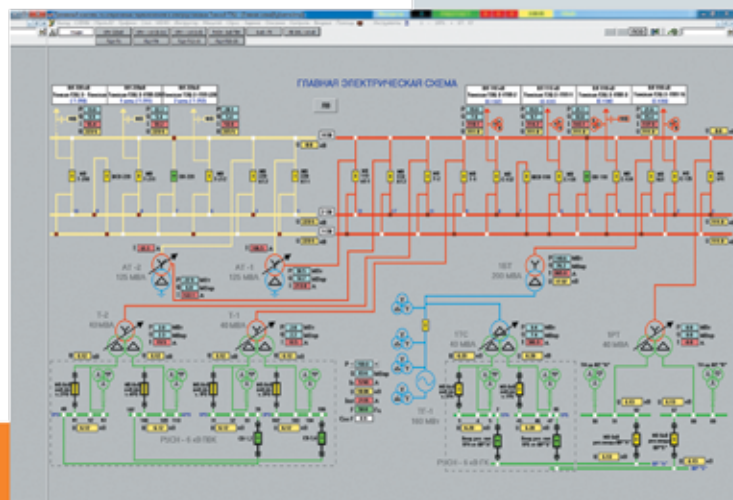


Состав главной электрической схемы станции:

- ОРУ-220 кВ
- ОРУ-110 кВ
- КРУ-6 кВ
- 2 автотрансформатора АТ1, АТ2
- генератор ТВВ-160-2ЕУЗ
- блочный трансформатор 110/18 кВ
- трансформатор собственных нужд 18/6 кВ
- 2 трансформатора 110/6 кВ
- 1 резервный трансформатор 110/6 кВ

Состав тренажера главной электрической схемы станции:

- активные динамические мнемосхемы 12 шт.
- всережимная физическая модель
- модель РЗА (релейных защит и автоматики), блокировок, сигнализаций, АВР
- комплект технических средств (плакаты, УВН)
- развитая конфигурация сети
- пульт инструктора
- комплект аварийных ситуаций
- контролирующая программа
- комплект автоматизированных сценариев тренировок с оценкой
- графопостроение
- сохранение режимов
- система поддержки оператора
- протоколы действий оператора, ошибок, сигнализации, защит, блокировок



АО «Тренажеры электрических станций и сетей»:

117587, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 125 Ж, корп. 6
Тел. (495) 665-76-00, факс (495) 382-79-74
e-mail: magid@testenergo.ru, www.testenergo.ru

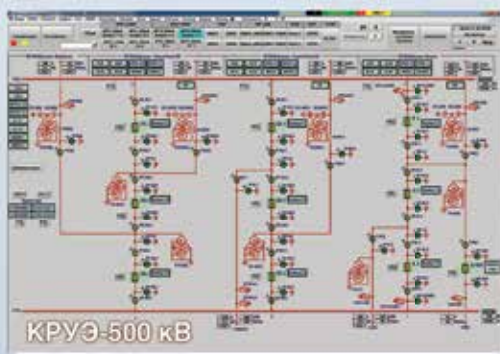


ТЭСТ

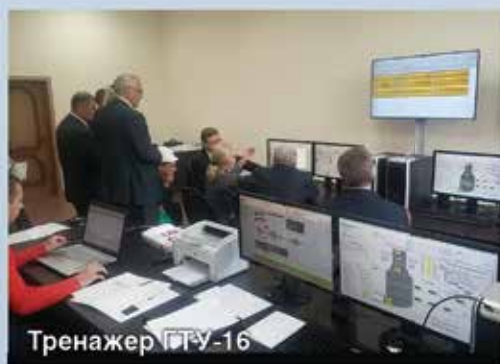
Тренажеры электрических станций и сетей



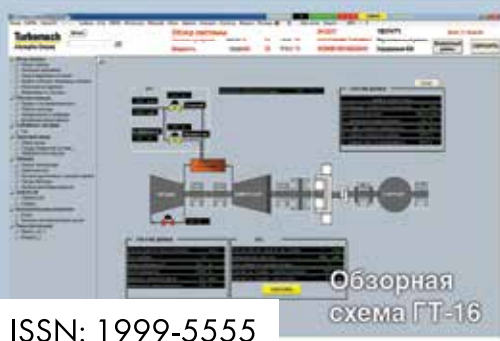
Тренажер Главной
электрической схемы станции



КРУЭ-500 кВ



Тренажер ГТУ-16



Обзорная
схема ГТ-16

Гарантии надежности персонала

- всережимность IT-тренажеров, полная адекватность модели объекта и рабочего места оператора энергообъекту-прототипу
- новейшие компьютерные методы обучения штатному и противоаварийному управлению
- информационное и дидактическое качество обучающих программ
- создание единого тренажерного комплекса для подготовки всего персонала энергопредприятия

Современные информационные технологии

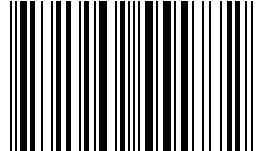
- реализация любых энергообъектов и систем управления
- реализация современных дидактических Web-приложений
- значительное снижение стоимости при росте качества и функциональности
- гибкая интеграция в компьютерную сеть предприятия

Российский и международный опыт

- 40 лет на российском и зарубежных рынках, аккредитация при Правительстве РФ и ЮНЕСКО
- российская нормативная сертификация
- международная сертификация качества
- апробация на российских и международных выставках
- официальная эффективность внедрения на объектах электроэнергетики
- патентная защищенность программного продукта

Россия, 117587, г. Москва,
Варшавское шоссе, 125Ж
Тел. (495) 665-7600, (495) 382-7974
<http://www.testenergo.ru>,
e-mail:magid@testenergo.ru

ISSN: 1999-5555



9 771999 555772

Новые
модели
тренажеров!