

ВЕСТИ *ELECTRIC POWER* NEWS

В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

www.vesti.energy-journals.ru

4•2021

ISSN 2218-5496



Энергетика страны
готовится к зиме

Читайте на с. 4

Водородные
технологии

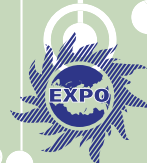
Читайте на с. 30

Управление спросом
в электроэнергетике

Читайте на с. 72

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

Организаторы



Электрификация

При поддержке



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Научно-технический партнер



**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА
И АВТОМАТИКА
ЭНЕРГОСИСТЕМ – 2021**
29 сентября – 1 октября
г. Москва, ВДНХ, пав. № 55

Официальный партнер



www.rza-expo.ru

RusCable
Кабель FM

Подкасты о кабельном бизнесе, энергетике и электротехнике

Услышать кабельную отрасль

Кабель.FM — это «голос» кабельного бизнеса, энергетике и электротехники. Теперь узнать главные новости, услышать интересных гостей и быть на связи можно и в аудиоформате. Слушайте там, где удобно и так, как вы привыкли. Подкасты и контент Кабель.FM выходит на всех популярных платформах Google Podcast, Яндекс.Музыке, Вконтакте, Spotify и не только. Проводите время в приятной компании Кабель.FM в дороге, на тренировке, в машине, в офисе и, конечно, на производстве и складе!



Анна Мария
Де Ла Пас
Ведущая подкаста
на Kabel.FM

RusCable Review

Аудиоверсия еженедельного шоу о кабельном бизнесе, энергетике и электротехнике



▶ **Слушайте на Кабель.FM уже сейчас!**



Подкаст
«На проводе»



Аудиоверсия
RusCable Review

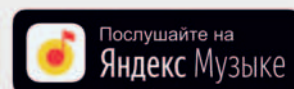
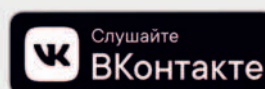


Аудиоверсия
RusCable Review

Слушайте на сайте **kabel.fm**

Или вбивайте в поиск «На проводе» «RusCable» и Kabel.FM в приложении для подкастов

RusCable.Ru
Энергетика. Электротехника. Связь.
Первое отраслевое электронное СМИ № ФС77-70160



АКТУАЛЬНОЕ ИНТЕРВЬЮ

Шкала ответственности

Российская энергетика готовится к новому зимнему экзамену. Об особенностях проведения ремонтной кампании в этом году, уроках прошедшего осенне-зимнего периода, а также об изменениях, внесённых в правовую и нормативно-техническую базу в рамках подготовки к ОЗП 2021–2022 года, рассказывает заместитель министра энергетики России Евгений ГРАБЧАК..... 4



48-Я СЕССИЯ СИГРЭ

Задачи второго столетия

В 2021 году Международный Совет по большим электрическим системам высокого напряжения (СИГРЭ) отмечает 100 лет со дня образования. К юбилею приурочена 48-я сессия СИГРЭ, проходившая с 18 по 25 августа с.г. в онлайн-режиме. В работе приняли участие учёные и специалисты более чем из 60 стран. О ключевых моментах 48-й сессии СИГРЭ рассказываем в информационном сообщении..... 10

В НТС ЕЭС

Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергетические ресурсы

На совместном заседании секций НТС ЕЭС и Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике был рассмотрен опыт эксплуатации отечественных и зарубежных газотурбинных и газопоршневых установок на объектах распределённой генерации ПАО «ЛУКОЙЛ». «ЛУКОЙЛ» является одним из крупнейших собственников объектов распределённой генерации в России (более 1 ГВт), поэтому его подходы к решению проблем в данной области имеют существенное значение для других компаний, работающих в этой сфере..... 12

Комплекс мероприятий в рамках проекта модернизации газотурбинного двигателя ГТД-110

В процессе эксплуатации газотурбинных двигателей ГТД-110 (производитель – ПАО «ОДК-Сатурн») на Ивановских ПГУ АО «Интер РАО – Электрогенерация» и Рязанской ГРЭС-24 ООО «Газпром энергохолдинг» были выявлены существенные недостатки в работе газотурбинного оборудования. По инициативе ПАО «Интер РАО», УК «РОСНАНО» и ПАО «ОДК-Сатурн» проведена

глубокая модернизация двигателя. Результаты модернизации проанализированы на совместном заседании Научно-технического совета ЕЭС и секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН..... 18

ИННОВАЦИИ

Электрохимические технологии как основа «новой энергетики» в условиях четвёртого энергоперехода.

Одним из наиболее интересных и востребованных видов топлива в рамках четвёртого энергоперехода в мире признаётся водород. О состоянии и перспективах развития водородной индустрии в России и мире рассказывают представители компании «ИнЭнерджи», являющейся лидером в области электрохимических решений. 30

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Сокращая время и издержки

Ассоциация «Цифровая энергетика» выпустила первый Альманах лучших практик с обобщением отечественного и зарубежного опыта цифровой трансформации отрасли по итогам 2020 года и обзором цифровых проектов компаний – членов Ассоциации. В рамках широкой дискуссии были обсуждены актуальные вопросы выработки и внедрения цифровых решений, качественно меняющих электроэнергетику..... 38

ЭНЕРГЕТИКА РЕГИОНОВ

Распределённая генерация и ВИЭ на Дальнем Востоке

О том, как обеспечить жителей Дальнего Востока и Арктики недорогой и качественной энергией, как привлечь небольшие компании к строительству локальной генерации на удалённых и изолированных территориях Дальневосточного региона, размышляли представители государства и бизнеса на форуме Renwex-2021 50

МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

Как привлечь частного инвестора?

Многие частные компании, обладающие опытом и компетенциями, готовы развивать энергетику на Дальнем Востоке и в Арктике. Они могут решить самые сложные технологические задачи, наладить надёжное энергоснабжение в самых глухих уголках ДФО. Но для этого инвесторы должны быть защищены от неоправданных рисков и иметь финансовую возможность реализовать задуманные проекты 56

СЕТЕВОЙ ВЕКТОР

«Россети Московский регион» повышают надёжность электроснабжения садовых товариществ

После введения упрощённого порядка передачи электросетей садовых товариществ и коттеджных посёлков на баланс «Россети Московский регион», 3100 СНТ и КП передали свои сетевые активы в управление компании..... **60**

ТАРИФНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Курс – на долгосрочность

Утверждена Концепция внедрения механизмов тарифообразования на долгосрочный период для компаний, осуществляющих регулируемые виды деятельности. Основная цель концепции – защита интересов потребителей и обеспечение надёжного функционирования инфраструктурного сектора. Тем не менее, в документе есть ряд противоречий, которые необходимо исключить..... **62**

УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ

На пути к целевой модели

С 1 января 2023 года в России будет запущен механизм управления спросом в электроэнергетике. Тем самым появится дополнительный ресурс для повышения эффективности работы энергосистем. Для отработки технологии два года назад был запущен пилотный проект по агрегированному управлению спросом. Что показали результаты?..... **72**

Самоограничение поможет заработать

Нужен ли механизм управления спросом российскому рынку? Как оценивают его участники пилотного проекта, прежде всего, потребители? На эти и другие вопросы отвечает заместитель генерального директора Ассоциации «Сообщество потребителей энергии» Валерий ДЗЮБЕНКО..... **78**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Ренессанс технологии

Управление спросом актуально для всех энергосистем мира. О том, как этот механизм работает в энергосистеме Великобритании, какие инструменты при этом используются, рассказывает эксперт, глубоко владеющий данной темой..... **80**

Учредители:

- ▶ Министерство энергетики РФ;
- ▶ ПАО «Россети ФСК ЕЭС»;
- ▶ Электроэнергетическая ассоциация «Корпорация Единый электроэнергетический комплекс»;
- ▶ АО НТФ «Энергопрогресс»;
- ▶ НП «НТС ЕЭС»

Издаётся с сентября 2002 г.

Выходит 1 раз в 2 месяца

Редакционная коллегия:

О.Г. Баркин — главный редактор
А.Э. Голодницкий —
заместитель главного редактора

В.А. Баринов	А.Н. Назарычев
А.А. Волошин	Л.В. Неганов
С.Я. Есяков	С.А. Павлушко
Я.Ш. Исамухамедов	Э.М. Перминов
Г.П. Кутовой	Н.Д. Роголёв
В.Е. Межевич	И.К. Хузмиев
В.В. Молодюк	А.Б. Яновский

Редакция:

Л.Ю. Юдина — обозреватель
М.В. Великохатко — дизайн и вёрстка
Ю.Г. Толкачёва — корректор

Адрес учредителя, издателя, редакции:
129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8
Тел. +7 (495) 911-26-96, 911-74-30
e-mail: vesti-news@mail.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО о регистрации средства массовой информации:

ПИ № ФС77-37405 от 04 сентября 2009 г.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. Редакция не несёт ответственности за содержание рекламных материалов.

Подписано к печати 27.08.2021

Тираж 5000

Отпечатано в ООО «Типография Фонтэграфика»
129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8

Подписной индекс 87667

в Объединённом каталоге «Пресса России»

Цена свободная

© АО НТФ «Энергопрогресс»,
«Вести в электроэнергетике», 2021

Шкала ответственности



Подготовка к предстоящему отопительному сезону подходит к своему апогею. Об особенностях нынешней ремонтной кампании, а также о наиболее значимых событиях, произошедших в отечественной энергетике за последнее время, журналу «Вести в электроэнергетике» рассказывает заместитель министра энергетики России Евгений ГРАБЧАК.

— Евгений Петрович, ремонтная кампания в этом году проходит в условиях аномально жаркого лета. Сказывается ли жара на темпах проведения ремонтных работ?

— Никаких отклонений от реализации запланированных ремонтов мы не видим. Несмотря на климатические вызовы (высокие температуры, ураганные ветры, частая смена погоды), ремонтная кампания проходит в штатном режиме. Правда, из-за многоводности и паводков, характерных для этого года, пришлось скорректировать сроки ремонтов в ряде энергосистем — большинство из них перенесены на август — сентябрь 2021 года. Например, ближе к сентябрю смещены сроки ремонта системообразующих линий в Сибири, — сейчас мы их ремонтируем минимально, дабы обеспечить выдачу мощности с ГЭС.

Кроме того, немного пришлось «раздвинуть» ремонтную кампанию в Ленинградской области, что связано с необходимостью обеспечения технологической тишины на период проведения Чемпионата Европы по футболу. Однако мы заранее были к этому готовы, так что никаких сбоев не случилось.

В целом по отрасли за июль 2021 года объём запланированных ремонтов основного генерирующего оборудования выполнен: по турбинам — на 86,6%, что соответствует значениям за аналогичный период прошлого года (86,4%), по котлоагрегатам — на 85,6%, что ниже аналогичного периода прошлого года на 2,0%, по генераторам — на 87,5%, что соответствует значениям за аналогичный период прошлого года (87,6%).

По электросетевым компаниям календарные планы ремонтов за семь месяцев полностью вы-

полнены по ЛЭП, выключателям и трансформаторам. Невыполнение отмечается по расчистке трасс ЛЭП от древесно-кустарниковой растительности — 88,1%, что на 29,8% ниже выполнения за аналогичный период 2020 года.

— Вы обмолвились о сложностях, которые испытывали некоторые энергопредприятия из-за пандемии в начале ремонтной кампании. Подготовка электроэнергетического комплекса к предстоящей зиме проходит в условиях продолжающегося коронавируса. Жёстких локдаунов в регионах не вводится, тем не менее, уровень заболеваемости очень высок. Как переживает этот период энергетическая отрасль в целом?

— На начальном этапе пандемии в прошлом году у отдельных компаний возникали сложности с перемещением ремонтного персонала, поставками запасных частей и материалов. Однако своевременно принятые меры эти проблемы нивелировали.

В этом году ковидных ограничений по сравнению с прошлым годом значительно меньше, и опыт работы в условиях пандемии уже есть. Мы выстроили работу по своевременному пропуску через границу импортного оборудования, необходимого для ремонта, можем проводить пусконаладку в удалённом режиме. Так что подготовка к зиме идёт своим чередом.

Первоочередной задачей при прохождении отопительного сезона для субъектов электроэнергетики остаётся надёжное энергоснабжение населения и социально-значимых объектов, инфраструктуры медицинских учреждений и перепрофилированных

под их нужды объектов, а также соблюдение энергетиками ограничительных мер.

На особом контроле Минэнерго России находится уровень заболеваемости COVID-19 на объектах ТЭК. Проводится постоянный мониторинг динамики заболеваемости и прохождения прививочной кампании в отрасли.

Риск увеличения заболеваемости пока сохраняется. Учитывая это, министерство дало соответствующие поручения по введению особых режимов работы на предприятиях отрасли и реализации комплекса мероприятий, препятствующих распространению COVID-19 (СИЗ, вакцинация, удалённая работа).

По состоянию на 23.08.2021, всего с начала пандемии по всем отраслям ТЭК насчитывается 127 263 заболевших. В том числе в электроэнергетике — 86 541, в нефтяной отрасли — 20 280, газовой — 15 227, угольной — 5 215.

При росте заболеваемости мы в то же время отмечаем положительную динамику вакцинации среди персонала организаций ТЭК.

По состоянию на 23.08.2021, всего с начала пандемии прошли вакцинацию 1 243 646 человек, в том числе в электроэнергетике — 859 250, в нефтяной отрасли — 76 092, в газовой — 244 995, в угольной — 63 309.

Случаев нарушения функционирования объектов электроэнергетики, связанных с увеличением числа заболевших среди производственного персонала, до настоящего времени зафиксировано не было.

Многие компании смогли адаптироваться к введённым ограничениям, и по итогам ежемесячного мониторинга оценки готовности все крупные субъекты электроэнергетики подтвердили готовность в полном объёме или с незначительными отклонениями.

Всего оценке готовности к ОЗП Минэнерго России подлежат 945 объектов электроэнергетики (448 объектов генерации, 435 объектов электрических сетей, 62 объекта оперативно-диспетчерского управления). Из них 669 объектов (71 % от общего количества оцениваемых объектов электроэнергетики) получили оценку «готов», 225 (24 %) — «готов с условиями», 51 (5 %) — «не готов».

— Мы привыкли говорить о зимнем экзамене для энергетиков. Но в этом году им пришлось по полной программе сдавать летний. Как они справились? Как редкостная для нашей страны жара отразилась на работе энергосистемы России?

— В целом, энергосистема сработала устойчиво. При этом в июне — июле были зафиксированы максимумы потребления электроэнергии практически по всем энергосистемам страны. Впервые зафиксирован исторический максимум потребления электроэнергии в энергосистеме Юга. До этого исторические максимумы отмечались только зимой.

Мы видим, что погода и температурный фон меняются. Не сказать, что становится теплее или холоднее, но погода становится более переменчивой, непредсказуемой, что создаёт дополнительные неудобства для энергетиков и заставляет их перестраиваться. Вместе с тем, если сравнивать устойчивость нашей системы с энергосистемами других стран — США (штат Техас), Европы, — наша оказалась более готовой к природным катаклизмам, как зимним, так и летним. Это говорит о том, что путь технологического развития стран, сделавших ставку только на возобновляемую энергетику взамен традиционной, привёл к уязвимости их систем. У нас же создан надёжный фундамент энергосистемы: базовая стандартная генерация позволяет обеспечить надёжное энергоснабжение даже в условиях природных аномалий.

— Буквально вчера разговаривала с жителями Калмыкии. Они жаловались, что при жаре +65 °С в домах невозможно было включить сплит-системы из-за низкого напряжения в сети.

— В период аномально высоких температур похожие проблемы возникали не только в Калмыкии. Для начала поясню: при повышенных температурах энергосистема ведёт себя иначе, чем при стандартных: увеличивается провис провода, снижается пропускная способность воздушных линий. Всё это обусловлено физикой процесса. Проблема, о которой вы сказали, проявляется в основном в распределительных сетях среднего и особенно низкого напряжения. И сейчас у нас есть понимание, что с этим делать.

Следует признать, что в последнее время сетям низкого и среднего напряжения не оказывалось должного внимания. В основном ремонтировались, наблюдались и поддерживались в нормальном техническом состоянии сети напряжением от 35 кВ и выше.

Мы совместно с сетевыми компаниями активно изучаем ситуацию в сегменте 35 кВ и ниже. По многим регионам разработаны программы повышения надёжности сетей низкого и среднего напряжения, еженедельно проводятся совещания по состоянию сетей данных классов. Буквально сегодня в Минэнерго обсуждалась ситуация, когда в особенно

Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергетические ресурсы



Тема совместного заседания Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС», секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» и секции по проблемам НТП в энергетике Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике, состоявшегося в конце мая с.г., – «Опыт эксплуатации отечественных и зарубежных газотурбинных и газопоршневых установок на объектах распределённой генерации ПАО «ЛУКОЙЛ».

Заседание подготовлено секцией «Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергетические ресурсы» НП «НТС ЕЭС» (председатель секции д.т.н. **П.В. Илюшин**).

В работе приняли участие члены секции «Активные системы распределения электроэнергии и распределённые энергетические ресурсы», члены Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС», ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», АО «НТЦ ФСК ЕЭС», НИК С6 РНК СИГРЭ, ФГБУН «ИНЭИ РАН», Комитета ВИЭ РосСНИО, ФГАОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет», ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», Общевойсковой академии ВС РФ, ФГБОУ ВО «Нижегородский ГТУ им. Р.Е. Алексеева», АО «Техническая инспекция ЕЭС», ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ», ООО «РТСофт-СГ» – всего 26 человек.

Во вступительном слове руководитель Центра интеллектуальных электроэнергетических систем и распределённой энергетики ФГБУН «Институт энергетических исследований РАН» д.т.н. П.В. Илюшин отметил, что изучение и анализ опыта эксплуатации объектов распределённой генерации имеют очень важное значение. Они позволяют выявлять проблемные вопросы, связанные с корректностью проектных технических решений, особенности функционирования оборудования в реальных схемно-режимных и климатических условиях, а также формировать предложения по внесению изменений в действующие нормативно-технические

документы по проектированию и эксплуатации. Выявление особенностей эксплуатации генерирующих установок на объектах распределённой генерации и формализация проблемных технических вопросов позволяют сделать подстановку задачи для прикладных научно-технических исследований с целью разработки научно-обоснованных подходов к их решению.

В отечественной электроэнергетике одним из крупнейших собственников объектов распределённой генерации является ПАО «ЛУКОЙЛ»: их суммарная установленная мощность составляет более 1 ГВт. Причём объекты распределённой генерации компании функционируют как в составе Единой энергетической системы России (ЕЭС России), так и в изолированных энергорайонах. Основная задача их строительства – эффективная утилизация попутного нефтяного газа с целью выработки необходимой для функционирования технологических площадок электроэнергии. Компания применяет на своих объектах как газопоршневые, так и газотурбинные установки отечественного и зарубежного производства.

Одним из ключевых проблемных вопросов эксплуатации генерирующего оборудования является организация взаимодействия с заводами-изготовителями генерирующих установок. Выработка адекватных подходов к решению данного вопроса имеет существенное значение как для ПАО «ЛУКОЙЛ», так и для других компаний, эксплуатирующих объекты распределённой генерации.

В связи с этим большое значение имеет изучение и анализ отечественного опыта эксплуатации объектов распределённой генерации, функционирующих как в составе энергосистем, так и в изолированных энергорайонах. Цель такого анализа — выявление проблемных технических вопросов, их научно-техническое изучение и последующее применение выработанных подходов и технических решений при проектировании, эксплуатации и управлении данными объектами, а также при обучении и повышении квалификации эксплуатационного персонала.

С докладом «Опыт эксплуатации отечественных и зарубежных газотурбинных и газопоршневых установок на объектах распределённой генерации ПАО «ЛУКОЙЛ» выступил **генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» А.В. Шапин.**

В основных положениях доклада отмечено, что география расположения объектов распределённой генерации ПАО «ЛУКОЙЛ» достаточно широка, а суммарная установленная мощность всех генерирующих установок составляет более 1 ГВт; объекты распределённой генерации ПАО «ЛУКОЙЛ» функционируют как параллельно с ЕЭС России, так и в изолированных энергорайонах.

Кроме того, представлены обзоры эксплуатируемого генерирующего оборудования на базе газотурбинных установок следующих производителей: российских — АО «ОДК Авиадвигатель», ПАО «ОДК Сатурн»; зарубежных — SIEMENS, DRESSER, RAND, SOLAR, OPRA, а также обзор эксплуатируемого генерирующего оборудования на базе газопоршневых двигателей зарубежного производства — CUMMINS, JENBACHER, CATERPILLAR, GUASCOR.

Приведены данные по эксплуатируемым мини-электростанциям на базе газотурбинных/газопоршневых двигателей, в том числе экспериментальным.

Обозначены основные подходы, используемые ПАО «ЛУКОЙЛ» при взаимодействии с заводами-изготовителями генерирующих установок и подрядными организациями в процессе эксплуатации, сервисного обслуживания и ремонта генерирующего оборудования.

Отмечено, что отечественные заводы-изготовители, являющиеся разработчиками генерирующих установок, получают доступ к системам мониторинга и диагностики в процессе эксплуатации, что позволяет им получать объективную информацию о техническом состоянии оборудования для последующего проведения необходимых доработок и усовершенствований.

При заключении договора на обеспечение работоспособности генерирующих установок в течение всего жизненного цикла, исполнитель (завод-изготовитель) обеспечивает:

- формирование аварийного запаса запасных частей и материалов;
- замену неисправных агрегатов;
- выполнение регламентного технического обслуживания, а также всех плановых, внеплановых и капитальных ремонтов;
- выполнение демонтажа, монтажа, транспортировки элементов генерирующих установок при проведении всех видов ремонтов;
- поддержание работоспособности генерирующих установок в течение жизненного цикла с оплатой за фактически отработанные машино-часы;
- внесение конструкционных доработок, направленных на повышение надёжности и продление ресурса генерирующего оборудования;
- сокращение сроков внеплановых ремонтов при изменении производственной программы технологических площадок ПАО «ЛУКОЙЛ».

До проведения и в процессе выполнения работ по ремонтно-эксплуатационному обслуживанию генерирующих установок силами собственного персонала объектов распределённой генерации или персоналом подрядных организаций осуществляется:

- формирование аварийного запаса запасных частей и материалов силами заказчика;
- замена отдельных элементов с использованием запасных частей и материалов из аварийного запаса заказчика;
- выполнение регламентных работ по техническому обслуживанию.

В докладе также представлены подходы по проведению ремонтов генерирующего оборудования по схеме сервисного обмена с заводами-изготовителями.

Указано, что в случае, когда исполнитель по договору на ремонтно-эксплуатационное обслуживание является официальным представителем либо заводом-изготовителем генерирующего оборудования, то им обеспечивается выполнение следующих функций:

- поставка запасных частей и материалов для проведения капитального ремонта;
- проведение работ по замене отработавшего ресурс оборудования;
- приобретение отработавшего ресурс оборудования по согласованной выкупной стоимости.

Представлена автоматизированная система удалённого мониторинга и диагностики технического состояния генерирующего оборудования на приме-

Комплекс мероприятий, разработанный в рамках проекта модернизации газотурбинного двигателя ГТД-110



На совместном заседании Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» и секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике был рассмотрен комплекс мероприятий, разработанный в рамках проекта модернизации газотурбинного двигателя ГТД-110.

Из-за введённых в связи с пандемией COVID-19 ограничений, заседание проводилось режиме видеоконференции.

В нём приняли участие: АО «Татэнерго», АО «Институт Гидропроект», НИУ «МЭИ», ЗАО «Интеравтоматика», АО «СО ЕЭС», ПАО «ОДК-Сатурн», ИСЭМ РАН, Группа компаний «Ин-Энерджи», ОАО «НПО ЦКТИ», ПН «Прорыв», НТЦ «ФСК ЕЭС», ПАО «Интер РАО», ООО «ИЦ «Газотурбинные технологии», ООО «Газпром энергохолдинг», ОАО «ВТИ», АО «Институт «Теплоэлектропроект», Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Совет РАН по проблемам развития энергетики, Научный совет РАН по комплексной проблеме «Теплофизика и теплоэнергетика», ПАО «РусГидро», СКБ ГТУ, АО «Техническая инспекция ЕЭС».

Заседание открыл **президент НП «НТС ЕЭС», ректор НИУ «МЭИ» д.т.н., профессор Н.Д. Роголёв**. Он отметил важность создания газовых турбин ГТЭ-110М для обеспечения модернизации электростанций и развития новых мощностей.

Со вступительным словом выступил **президент компании ООО «К-Энерго» д.т.н. А.Я. Копсов**.

Он отметил, что к участию в расширенном заседании, кроме членов Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» и секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН по системным исследованиям в энергетике приглашены представители энергетических и энергомашиностроительных компаний, РАН, Минэнерго РФ, научно-исследовательских

и образовательных институтов и организаций энергетического профиля.

«Сегодня мы рассматриваем важный вопрос — модернизацию газотурбинных двигателей ГТД-110, выпускаемых ПАО «ОДК-Сатурн» и установленных на Ивановских ПГУ АО «Интер РАО — Электрогенерация» и на Рязанской ГРЭС-24 ООО «Газпром энергохолдинг», — сказал А.Я. Копсов. — В процессе эксплуатации на газотурбинном оборудовании этих электростанций выявилось значительное количество недостатков и узких мест, которые отрицательно сказывались на работе ПГУ.

По инициативе ПАО «Интер РАО», УК «РОСНАНО» и ПАО «ОДК-Сатурн» была осуществлена глубокая модернизация двигателя, и сегодня на совместном заседании Научно-технического совета НП «НТС ЕЭС» и секции по проблемам надёжности и безопасности больших систем энергетики Научного совета РАН будут рассмотрены результаты этой работы.

К реализации проекта были привлечены, кроме названных выше компаний, предприятия и институты, специализирующиеся в области газотурбостроения, такие как ОАО «ВТИ», НПО «ЦНИИТМАШ», ОАО «НПО ЦКТИ», ЦИАМ им. П.И. Баранова, ЗАО «Интеравтоматика» и другие научные и специализированные организации.

Одновременно хотел бы подчеркнуть значительный вклад в проект модернизации ГТД-110 специалистов по газовым турбинам: **В.В. Романова, А.Н. Климова, В.В. Бушманова, Ю.Н. Шмотина, А.С. Иванова, М.Р. Гасуля, Г.Г. Ольховско-**

го, В.А. Биленко, В.Е. Михайлова, А.Д. Трухня, С.В. Куликова и других российских учёных, энергетиков и энергомашиностроителей.

В настоящее время модернизированный двигатель ГТД-110М российского производства прошёл все регламентные испытания и успешно работает в составе второго энергоблока Ивановских ПГУ. Нарботка на сегодняшний день составляет более 5 тысяч эквивалентных часов.

Надеюсь, что сегодняшнее обсуждение пройдет традиционно в конструктивном виде и будет способствовать ускорению внедрения отечественного двигателя ГТД-110М в серийное производство».

С докладом «О модернизации газотурбинного двигателя ГТД-110М» выступил **главный конструктор ООО «ИЦ «Газотурбинные технологии» А.Н. Климов** (доклад подготовлен совместно с **техническим директором ООО «ИЦ «Газотурбинные технологии» В.В. Романовым** и **главным специалистом ООО «ИЦ «Газотурбинные технологии» С.М. Скиртой**).

В докладе отмечено, что направления по развитию конструкции, обеспечению надёжности и повышению эксплуатационных показателей ГТД-110 определены по результатам работы экспертной комиссии, которая была организована по инициативе ПАО «Интер РАО», ОАО «РОСНАНО», ОАО «УК «ОДК».

Для реализации проекта ГТД-110М группой компаний создан инжиниринговый центр ООО «ИЦ «Газотурбинные технологии», задачей которого была модернизация двигателя ГТД-110 в целях повышения надёжности его работы и увеличения паркового ресурса, а также доведения технических характеристик до уровня зарубежных аналогов газотурбинных двигателей в данном классе мощности.

Работа по проекту началась в середине 2014 г. Основными направлениями были устранение недостатков, дефектов и замечаний, выявленных в процессе опытной и промышленной эксплуатации. Работы проводились с привлечением наиболее компетентных в области газотурбостроения предприятий и институтов — ПАО «ОДК-Сатурн», ОАО «НПО ЦКТИ», ОАО «ВТИ», ОАО «ЦНИИТМАШ», ПАО «Кузнецов», ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», ООО «ТСЗП», ЗАО ТД «Галион», ООО «Альфа-Транзит».

В ходе выполнения проекта разработан ряд технологических и конструктивных мероприятий, позволяющих устранить ранее выявленные проблемы и обеспечить требуемые показатели надёжности. Все модернизированные узлы, аппараты и детали прошли испытания и проверку эффективности на

стендах ПАО «ОДК-Сатурн», ОАО «НПО ЦКТИ», ОАО «ВТИ» и в составе опытного двигателя ГТД-110 заводской № 2, а затем внедрены на серийный двигатель ГТД-110 заводской № 6, находящийся в опытно-промышленной эксплуатации в ячейке второго энергоблока Ивановских ПГУ.

Наиболее важными с точки зрения обеспечения ресурса являются мероприятия по рабочей лопатке первой ступени турбины и штатной камере сгорания. Конструктивные и технологические мероприятия разрабатывались с учётом возможности параллельной проверки и обеспечения опережающей наработки на серийных двигателях в ячейках энергоблоков Ивановских ПГУ.

Кроме мероприятий по рабочей лопатке первой ступени турбины, проведена оптимизация теплового состояния сопловых аппаратов турбины, изменено количество сопловых аппаратов первой и второй ступеней для снижения динамического воздействия на рабочие лопатки, разработаны составы и технология нанесения термобарьерных и износостойких наноструктурированных покрытий, выполнена доработка трубопроводов обвязки воздухоохладителей.

Целый ряд работ проведён по моделированию, верификации и оптимизации вибрационного состояния системы роторов. На основании расчётно-исследовательских и опытных работ разработана конструкция и выпущена документация на модернизированные узлы.

Значимой частью проекта была разработка малоэмиссионной камеры сгорания (МЭКС) на уровень вредных выбросов NO_x 25 ppm в диапазоне 50–100 % номинальной мощности турбины. По результатам проекта проведены испытания при полных и частичных нагрузках, выпущена конструкторская документация и изготовлен комплект МЭКС для подтверждения заданных характеристик в составе двигателя ГТД-110М. Для проведения испытаний в составе двигателя подготовлены обновленные алгоритмы САУ и дополнительные системы розжига, контроля пульсаций и эмиссии.

Помимо газовой турбины проведены мероприятия по улучшению эксплуатационных показателей систем ГТЭ-110. Усовершенствованы тепло- и звукоизоляция, снижены гидравлические потери во входном тракте ГТД. Разработаны и внедрены мероприятия по устранению вибрации выхлопного газозоода.

Отдельным этапом реализации проекта являются испытания основных деталей и узлов на восстановленном и модернизированном опытном двигателе ГТД-110М заводской № 2.

Электрохимические технологии, как основа «новой энергетики» в условиях четвёртого энергоперехода



Сформировалась и получает развитие мировая тенденция перехода к безуглеродной экономике, в которой основой новой энергетики становятся возобновляемые источники энергии и водород как первичный энергоноситель.

А.М. КАШИН, А.Э. ГОЛОДНИЦКИЙ, к.т.н., Группа компаний «ИнЭнерджи»

В представленном на рисунке 1 [1] прогнозе развития источников электроэнергии увеличение в энергобалансе доли возобновляемых источников генерации со стохастическим характером выработки — ВЭС (36%) и СЭС (22%) составляет в общей сложности 58%, в то время как доля нерегулируемых мощностей АЭС составит 4%, а регулирующих мощностей ГЭС — всего 12%. Обеспечение устойчивости энергосистемы в этом случае потребует сбалансированного развития тепловой генерации на водороде для резервирования и регулирования.

Главное достоинство перехода на водород — исключение эмиссии в атмосферу углекислого газа — конечно же, если её не будет при самом производ-

стве водорода. Экологическая чистота водорода делает его привлекательным для покрытия энергетических нужд мегаполисов и крупных городов с высоким удельным энергопотреблением на единицу площади. Но главное — водород особенно привлекательный энергоноситель для использования в мобильной (транспортной) энергетике, на долю которой приходится большая часть выбросов углекислого газа. При этом безальтернативной технологией замещения традиционных двигателей внутреннего сгорания, оправдывающей переход к водородной энергетике с энергетической и экономической точек зрения, становятся энергоустановки (ЭУ) с топливными элементами (ТЭ) [2].

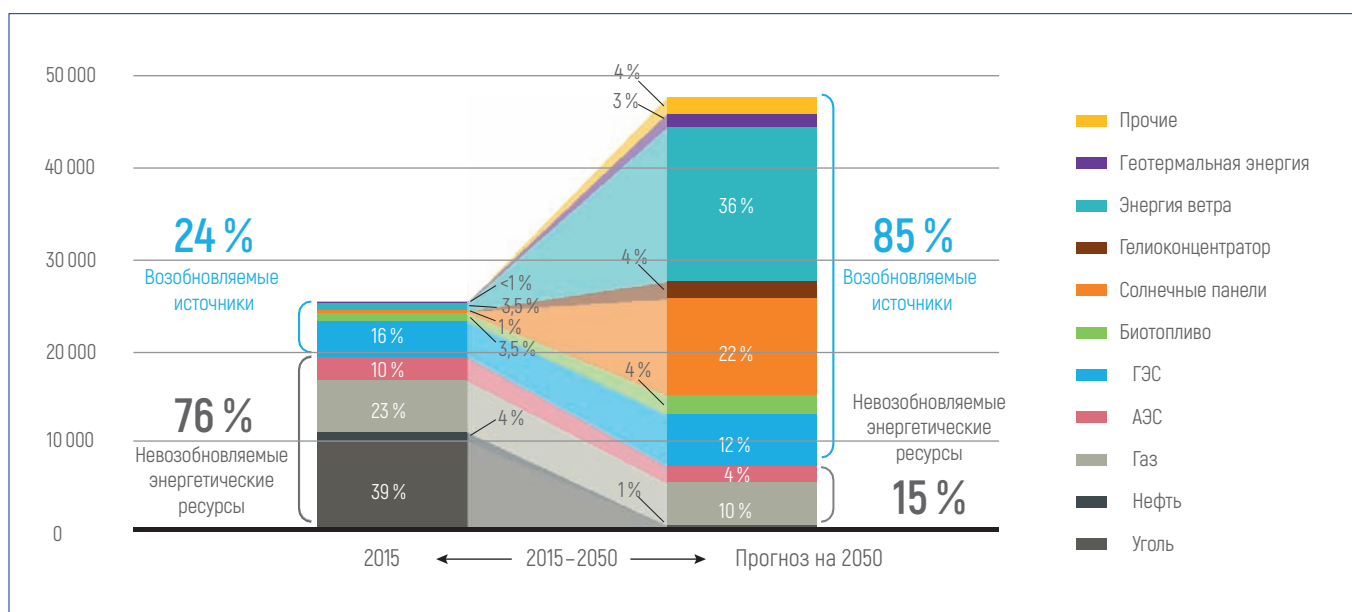


Рис. 1. Источники генерации электроэнергии (ТВт·ч/год) [1]

Подтверждением этому служит и то, что ключевым элементом Национальной водородной стратегии Германии является многомиллиардная «Национальная инновационная программа в области водородных технологий и ТЭ». Ещё раньше активные разработки ТЭ были начаты в Японии, Южной Корее, США. В Японии и Южной Корее при активной государственной поддержке создаются демонстрационные зоны, целью которых являются, во-первых, отработка технологии в реальных условиях эксплуатации и, во-вторых, демонстрация возможностей технологии для ускорения формирования соответствующего рынка. По этому же пути идет Германия, где начинают создаваться «водородные регионы» (HyLands), призванные ускорить разработку и рыночное внедрение топливных элементов и других водородных технологий.

Топливные элементы — безмашинная технология прямого, то есть в одну стадию, преобразования химической энергии топлива в электрическую. Главными конкурентными преимуществами энергетических установок с ТЭ являются их высокая энергетическая эффективность, надёжность, практически отсутствие вредных выбросов и бесшумность (рис. 2).

В традиционных ЭУ с тепловыми машинами, как известно, имеется несколько промежуточных стадий преобразования энергии с соответствующими потерями в каждой. Сначала химическая энергия топлива превращается в тепловую энергию рабочего тела (камера сгорания, паровой котёл), затем тепловая энергия преобразуется в механическую (турби-

на, поршневой двигатель) и лишь потом — в электрическую (электрический генератор). Понятно, что это усложняет и удорожает энергоустановку, снижает её эффективность.

Повышение эффективности традиционных ЭУ исторически шло, во-первых, по пути увеличения термодинамических параметров (температуры и давления) и, во-вторых, повышения единичной мощности агрегатов. Первое обусловлено ограничениями цикла Карно, а второе — сокращением удельных потерь с ростом размеров и, следовательно, мощности агрегата. Кроме того, при увеличении мощности единичного агрегата снижались удельные материалоёмкость, стоимость, затраты на персонал и техническое обслуживание. Единичная мощность современных парогазовых установок превысила 1,5 ГВт, а их электрический КПД достиг 62–64%. В установках меньшей мощности КПД существенно ниже (52–54%). Следует отметить, что такие значения КПД достигаются только при работе ЭУ на номинальной нагрузке. При работе на частичных нагрузках, в отличие от ЭУ с ТЭ, КПД снижается значительно. [2]

К настоящему времени возможности повышения КПД традиционных ЭУ и их единичной мощности подошли к своему термодинамическому, механическому и экономически целесообразному пределу. Всё меньший прирост КПД достигается всё большим усложнением цикла, ростом температуры, которая в газовых турбинах уже превысила 1600 °С, увеличением капитальных затрат и стоимости ремонтов.

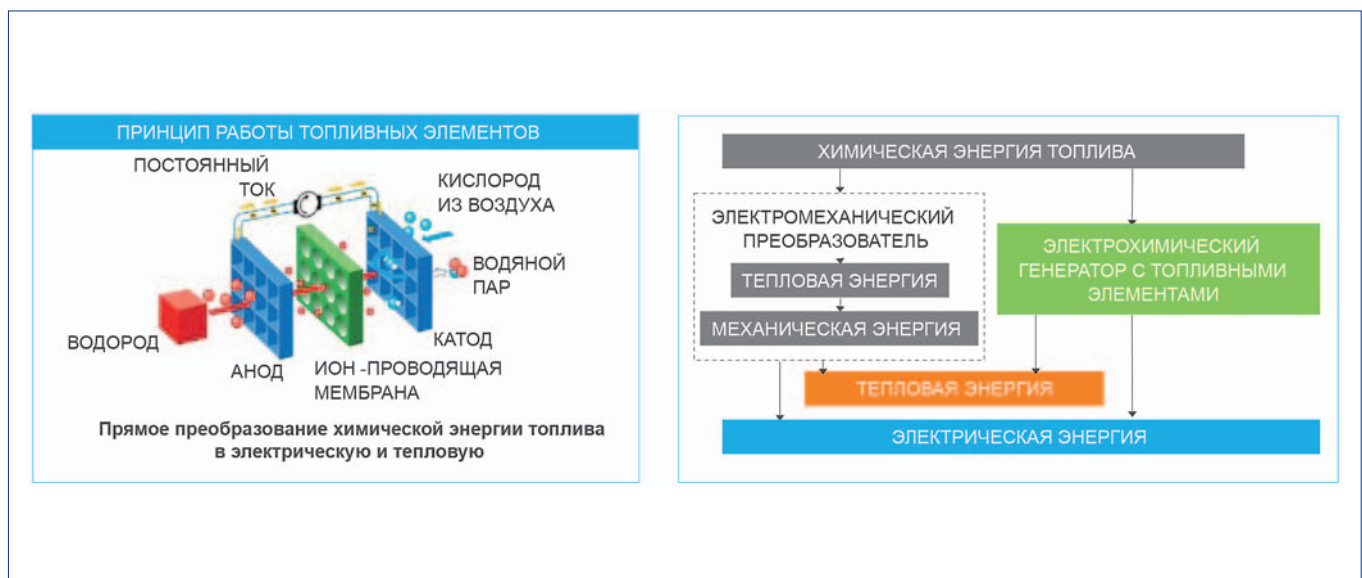


Рис. 2. Цикл прямого преобразования химической энергии топлива в водород-воздушных топливных элементах и сравнение его с циклом электромеханических преобразователей энергии

ПОЛНАЯ ONLINE-ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА ДОСТУПНА ПО ПОДПИСКЕ

Приобрести электронную версию
журнала «Вести в электроэнергетике» можно через редакцию.

Менеджер по подписке Луничкина Людмила Петровна,

тел. +7 (495) 911-26-96,

energo-pro@mail.ru, vesti-news@mail.ru

Адрес редакции: 129090, Москва, ул. Щепкина, д. 8

Электронная версия журнала является полной копией печатной версии.

Подписка на электронные версии журналов не даёт подписчику права на их дальнейшее распространение без письменного согласия правообладателя.

**Подписка через редакцию осуществляется
с любого номера журнала и на любой период времени.**