



ЭНЕРГОВЕКТОР

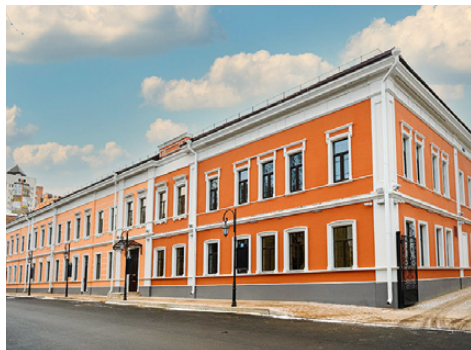
2
0
2
4

Н
О
М
е
р
·
0
2



**Силы стихии
для человека**





ИСКУССТВО — ДЕТЯМ

В Прикамье состоялось открытие отреставрированных при поддержке ПАО «ЛУКОЙЛ» малой сцены Пермского театра юного зрителя (ТЮЗ) и детской школы искусств Пермского государственного института культуры.

Новая сцена театра расположена рядом с исторической. Зрительный зал на двести мест оснащён современной сценической механикой, интеллектуальными системами программирования смены декораций, современным световым и звуковым оборудованием. Оба корпуса ТЮЗа связаны между собой стеклянным атриумом высотой почти шестнадцать метров. На прилегающей территории организовано арт-пространство «ИльТЮЗион» с прогулочной зоной, кафе, творческими мастерскими и летней эстрадой.

В отреставрированном и оснащённом «ЛУКОЙЛом» здании Центральной детской школы искусств будут учиться более двухсот детей. Открыты программы по направлениям: классические и народные инструменты, хореография, хоровое пение, живопись, театральное искусство.



СВОИМИ СИЛАМИ

Вице-премьер России Александр Новак сообщил, что за последние десять лет наша страна значительно снизила зависимость от импорта оборудования и материалов в отраслях топливно-энергетического комплекса – с 67% до 38% к концу прошлого года.

Согласно заявлению вице-преьера доля импорта в электроэнергетике и нефтегазовом машиностроении доходила до 30% и 55% соответственно в 2015 году и снизилась до 18 и 35% на данный момент.

ЯРКИЙ КРАСНЫЙ

Учёные из Института катализа СО РАН оптимизировали технологию получения красных наноломинофоров, что позволяет увеличить эффективность светодиодов на их основе.

В производстве источников тёплого белого света востребованы красные люминофоры. Одна из ключевых характеристик этих веществ – квантовый выход (соотношение количества фотонов испускаемых и поглощаемых), который определяет яркость.

Для синтеза наноломинофора используют микропорошки оксида иттрия с добавленными в него ионами европия. Материал испаряют в аргоном лучом лазера. В получаемой кристаллической структуре возникают дефекты – кислородные вакансии. Из-за них увеличивается затрачиваемая на излучение энергия и в свете появляется синяя составляющая.

«У оксидных люминофоров есть проблема, которая существенно мешает их широкому применению. Это нарушение соотношения элементов, или стехиометрии, в кристаллической решётке. Структура кристаллов получается не такая, как описано в учебниках. В оксиде иттрия на два атома иттрия номинально приходится три атома кислорода, но в реальности кислород в некоторых местах отсутствует. Точки вакансии поглощают энергию и излучают свет в синей области спектра вместо красной. Из-за этого снижается эффективность люминесценции и меняется цвет излучения. Зная это, мы использовали оптимальное соотношение кислорода в газе в 30%, приблизили стехиометрический состав к номинальному и повысили квантовый выход почти до 70%», – рассказал автор исследования, младший научный сотрудник отдела гетерогенного катализа ИК СО РАН Александр Нашивичников.



ГЕНЕРАТОРЫ ИДЕЙ

В ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» подвели итоги работы системы непрерывных улучшений (СНУ). На Краснодарской ТЭЦ внедрён и отлажен механизм повышения производительности с привлечением творческого потенциала работников. Принимаются идеи по оптимизации технологических циклов, сокращению затрат, обеспечению безопасности производства, экономической и финансовой устойчивости предприятия, росту производительности труда.

По итогам 2023 года наибольшее число предложений подали:

Роман Бойко – начальник группы технического обслуживания и ремонта тепломеханического оборудования (21 идея);

Игорь Демьяненко – начальник участка парогазовой установки (8 идей);

Пётр Соколов – начальник службы эксплуатации (6 идей).

О том, как предложения работников будут воплощаться в жизнь, «Энерговектор» планирует подробно рассказать в одном из ближайших выпусков.

ГОРЯЧО — ХОЛОДНО

Учёные из Пермского политеха (ПНИПУ) улучшили систему охлаждения лопаток газотурбинного двигателя без существенного изменения их конструкции. Речь идёт о доработке системы подвода охлаждающего воздуха.

«В системе охлаждения турбинных лопаток для повышения эффективности используется аппарат закрутки. После него поток воздуха в дефлекторе проходит через отверстия, где скорость предварительной закрутки снижается и происходят гидравлические потери. Поэтому важно правильно сконструировать сетку отверстий, – объяснил аспирант кафедры «Авиационные двигатели» ПНИПУ Сергей Швалёв. – Мы пробовали поворачивать оси отверстий на различные углы в сторону вращения ротора. Результаты показали, что при таком повороте можно уменьшить гидравлические потери охлаждающего воздуха и повысить скорость его подачи в лопатку. Это позволило снизить температуру её входной кромки».

Политехники также обнаружили, что при смещении отверстий дефлектора к аппарату закрутки охлаждение рабочей лопатки улучшилось ещё больше. Если же уменьшить размеры камеры смещения, давление в ней снизится, отчего сократятся утечки воздуха в осевой зазор.



ВО ИМЯ ПОБЕДЫ

Второго февраля представители предприятий «ЛУКОЙЛа» волгоградского региона приняли участие в памятных церемониях в честь 81-й годовщины победы советских войск в Сталинградской битве. По традиции чествование участников великого сражения началось с возложения цветов и венков к Вечному огню на площади Павших Борцов.

Делегация также почтила память павших в боях за Родину в Зале воинской славы и на воинском мемориальном кладбище на Мамаевом кургане. Венки и цветы к Вечному огню в Зале воинской славы возложили руководители предприятий, представители профсоюзной организации, молодые специалисты.

Победа в Сталинградской битве ознаменовала перелом в войне. Именно с неё началось наступательное движение советской армии. Во всём мире Сталинград считается символом силы духа и воли к победе. Энергетики внесли неоценимый вклад в оборону города – Сталинградская ГРЭС не прекращала подачу электроэнергии, несмотря на артиллерийский огонь и бомбёжки.

В рамках памятных мероприятий активности Советов молодых специалистов предприятий Группы «ЛУКОЙЛ» раздали участникам торжественных церемоний и другим горожанам информационные буклеты о боях на Волге, которые были разработаны совместно с музеем-заповедником «Сталинградская битва». Энергетики «ЛУКОЙЛа» также встретились с бывшими сотрудниками предприятий – детьми военного Сталинграда.

НОВЫЙ ПОСТАВЩИК

Снежинский завод специальных электрических машин (ООО «СЗСЭМ») организует производство электродвигателей для топливно-энергетического комплекса и электроэнергетики. Через Фонд развития промышленности Челябинской области СЗСЭМ получил кредит более 44 млн рублей на модернизацию производства. Теперь завод сможет закупить необходимое оборудование и решить проблемы с нехваткой площадей, избавившись от аутсорсинга в восьми технологических процессах.

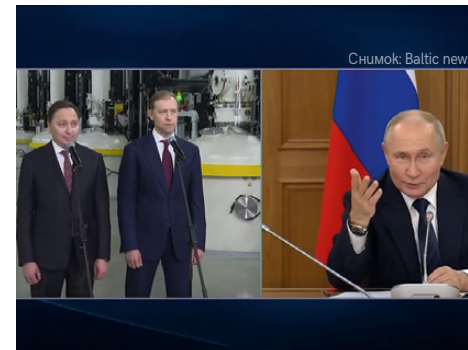
Предприятие планирует выпускать, в частности, низковольтные асинхронные двигатели, которые применяются на буровых установках. Проект по переоснащению производства должен быть завершён к концу текущего года.

МЕЧТА СТУДЕНТА

В Когальме состоялось открытие филиала одного из ведущих инженерных вузов России – Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ). Проект по созданию нового образовательного центра реализован в рамках соглашения о сотрудничестве между ПАО «ЛУКОЙЛ», Министерством науки и высшего образования РФ, правительствами ХМАО-Югры и Пермского края.

Строительство образовательного центра шло три года. На площади 170 тысяч квадратных метров возведён университетский комплекс нового поколения. В него входят общественно-образовательный, учебный и лабораторный корпуса, в которых расположены актовый и конференц-залы на 450 мест, 32 аудитории, столовая и кафе, музей и библиотека, а также 38 лабораторий – 18 учебных и 20 для проведения прикладных исследований в сфере нефтегазодобычи на базе инфраструктуры ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг».

Образовательные корпуса филиала ПНИПУ посредством тёплых переходов соединены с общежитиями. В двух зданиях с системой «Умный дом» помимо жилых помещений на 390 человек размещены четыре многофункциональных зала и спортивный блок.



СВОЙ ЛИТИЙ

Компания «Полярный литий» (совместное предприятие «Норникеля» и «Росатома») планирует в 2026 году ввести в эксплуатацию первую очередь Колмозёрского горно-обогатительного комбината, чтобы начать там производство литиевого сырья, сообщил гендиректор компании Игорь Демидов.

Открытое в 1947 году Колмозёрское месторождение в Мурманской области среди сподуменовых однородных месторождений выйдет на второе или третье место в мире. Литиевая продукция (карбонат и гидроксид) будет поставляться на заводы «Росатома» по производству аккумуляторов в Калининградской области и в Подмосковье.

«Мы понимаем, что все три основные составляющие, необходимые в производстве катодной смеси для аккумуляторов NiMnCo, можно получить в периметре предприятий «Росатома» и «Норникеля», – рассказал Демидов. Производство катодных материалов предполагается разместить на площадке Кольской горно-металлургической компании.

ООО «Полярный литий» получило право на разработку крупнейшего в России месторождения лития сроком в двадцать лет по результатам аукциона в начале 2023 года. Результаты геологической доразведки показывают, что концентрация лития в породе и его запасы примерно на треть выше первоначальных оценок.

Проект разработки Колмозёрского месторождения предполагает выпуск карбоната и гидроксида лития (они нужны для производства аккумуляторов разных видов) объёмом 45 тыс. тонн в год. Выход на проектную мощность запланирован к 2030 году.

Тряска нипочём

Чебоксарский электроаппаратный завод освоил выпуск сейсмостойкого оборудования. По заказу южно-сахалинской компании «Энергосоюз» в Чебоксарах произведена специальная блочно-модульная комплектная трансформаторная подстанция.

Оборудование рассчитано на восьмибалльную сейсмичность по шкале MSK-64, нормативную ветровую нагрузку 0,48 кПа и снеговую нагрузку 3,85 кН/м². Для этого стандартный проект доработан. В частности, добавлены элементы жёсткости и дополнительные крепления ограждающих конструкций. Их количество и расположение рассчитано с помощью специального программного обеспечения.

Повсюду мини-ТЭЦ!

Учёные из Новосибирского государственного технического университета (НГТУ) предложили заменить устаревшие котельные в отдалённых районах мегаполисов, в малых и средних городах на мини-теплоэлектростанции.

Специалисты вуза разработали методику повышения энергоэффективности коммунальной инфраструктуры, предложив создавать схемы энергоснабжения на базе систем когенерации, производящих как тепловую, так и электрическую энергию.

На основе анализа данных о климате, тепловых сетях и других показателей учёные отметили на карте города России места, где наиболее целесообразно внедрение мини-ТЭЦ. Среди крупных городов названы Новосибирск, Грозный, Курск и Санкт-Петербург. Во многих малых и средних городах устаревшие тепловые сети целесообразно реконструировать со строительством мини-ТЭЦ для решения проблем в системах теплоснабжения.

Министр науки и инновационной политики Новосибирской области Вадим Васильев подчеркнул, что когенерация является эффективным способом производства энергии, который позволяет улучшить экологические показатели и снизить топливные затраты.

ИИ ПОДУМАЕТ ЗА НАС

Члены ассоциации «Цифровая энергетика» разработали реестр сценариев применения искусственного интеллекта (ИИ) в электроэнергетике. Двадцать третьего января прошло совместное заседание экспертных групп по цифровым решениям и по формированию стратегии цифровой трансформации отрасли.

На заседании обсуждался вопрос об актуализации стратегий цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием с учётом методических рекомендаций по цифровизации, обновлённая версия которых была недавно опубликована Министерством цифрового развития России.

Эксперты обсудили проект реестра, выделили наиболее значимые технологии и предложили ряд изменений и дополнений, например, относящихся к применению искусственного интеллекта в сфере кибербезопасности. Реестр сценариев применения ИИ послужит для наполнения корпоративных стратегий. Разработчики обещают разместить готовый документ в свободном доступе на сайте ассоциации.

Хороша водичка!

Усинское региональное управление ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» в праздник Крещения снабдило объекты в районе иордани на реке Чёрной электричеством от своих генераторов. Палатку, где можно переодеться и выпить чаю, установили нефтяники ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ».

Лукойловцы организовали работы по расчистке от снега дороги, ведущей к реке Чёрной, и стоянку для автомобилей, обеспечили доставку и установку лестницы, по которой участники празднования спускались с берега к купели. Сотни усинцев пришли окунуться в иордань.

Предприятия «ЛУКОЙЛа» много лет подряд оказывают благотворительную помощь православному приходу Усинска в праздновании Крещения Господня.

АКЦЕНТ НА ВИЭ

В 2023 году предприятия Группы «ЛУКОЙЛ» увеличили потребление безуглеродной электроэнергии по сравнению с 2022 годом более чем в шесть раз. Об этом сообщил начальник управления по работе с федеральными органами власти и общественными организациями компании Максим Ротко на заседании круглого стола в Госдуме 23 января.

«Что касается использования возобновляемой энергии, «ЛУКОЙЛ» имеет объекты солнечной и ветровой энергетики, а также гидроэлектростанции. Их энергия поставляется потребителям и используется для собственных нужд компании. Это направление развивается довольно динамично, в 2023 году потребление компанией электроэнергии от ВИЭ по сравнению с 2022-м выросло более чем в шесть раз», – рассказал Ротко.

ЭНЕРГОЗАПАС

Российская компания «Системы Автономной Энергии» (входит в Группу «Итэлма») представила аккумуляторную батарею «Дзета» для троллейбусов и электробусов, заявив, что она превосходит большинство иностранных аналогов. Новинка обладает высокой удельной энергией – более 190 Вт·ч на килограмм и весит 390 килограммов при ёмкости 73,5 кВт·ч.

«Дзета» имеет жидкостное охлаждение и номинальное напряжение 628 В. Первые батареи «Дзета» будут установлены в низкопольном городском электробусе Группы ГАЗ e-CityMax 9.

СОЛНЕЧНЫЙ КРЕМНИЙ

В Калининградской области построено крупнейшее в России предприятие «Энкор» по производству ключевых компонентов для изготовления фотоэлектрических панелей. Двадцать пятого января президент России Владимир Путин открыл завод в режиме видеоконференц-связи.

Новый производственный комплекс позволяет выращивать слитки монокристаллического кремния и распиливать их на пластины для изготовления солнечных ячеек суммарной мощностью до 1 ГВт в год. Эти пластины используются в высокоэффективных солнечных модулях.

Завод спроектирован и построен с нуля за рекордно короткий срок – два года. Проект был реализован при поддержке Фонда развития промышленности. Суммарные частные инвестиции составили тридцать миллиардов рублей. На предприятии создано более семисот высококвалифицированных рабочих мест.

«Построенный завод стал крупнейшим в Евразийском экономическом союзе производителем компонентов для солнечной энергетики. Его продукция защитит отрасль от конъюнктурных колебаний и откроет дополнительные перспективы развития. Солнечная энергетика может стать гармоничным и быстрым решением проблемы энергодефицита в активно развивающихся промышленных центрах, в том числе на Дальнем Востоке», – подчеркнул сопредседатель Ассоциации по развитию возобновляемой энергетики Виктор Вексельберг.

Многоводье

Уровень воды в Цимлянском водохранилище нынешней зимой держится на высокой отметке, а её сброс через Цимлянскую ГЭС по сравнению с зимой 2022–2023 годов вырос в 2,8 раза, со 160 до 450 кубометров в секунду. Согласно Донскому бассейновому водному управлению, это связано с активными циклами таяния снега в бассейне главных притоков Дона. Этой зимой река, а через неё и водохранилище получают большой объём воды, который энергетики постепенно сбрасывают, чтобы водоём не оказался переполненным весной.

В маловодные годы ситуация была иной. Зимой сброс воды уменьшался до минимума, а с конца навигации и завершения сезона орошения водохранилище переводили в режим накопления воды, не дожидаясь весеннего паводка. **ЭВ**

ВОЗВРАТНОЕ ТЕПЛО

«ЛУКОЙЛ» НАШЁЛ СПОСОБ
ЗАМЕТНО УВЕЛИЧИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПАРСИЛОВЫХ ТЭЦ

В ноябре 2023 года на Астраханской ТЭЦ-2 ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» был запущен в эксплуатацию конденсационный теплоутилизатор (КТУ) мощностью 32,8 МВт – крупная установка, которая повышает эффективность работы ТЭЦ, возвращая в производственный цикл часть тепловой энергии и воды, ранее уходивших в атмосферу вместе с дымовыми газами. Несмотря на то, что на момент подготовки статьи выигрыш в эффективности ещё не был точно измерен, спешим рассказать читателям о новинке.

После окончания проектов по снижению потерь в тепловых сетях Астрахани и оптимизации теплоисточников (закрытию неэффективных котельных и перераспределению их тепловых нагрузок на другие котельные и Астраханскую ТЭЦ-2) в Дирекции по энергетике ПАО «ЛУКОЙЛ» и ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» стали искать новые способы производственной оптимизации.

Рассматривалось множество вариантов, включая утилизацию тепла, рассеиваемого в атмосфере. И здесь решение подсказала существующая на Астраханской ТЭЦ-2 схема отвода дымовых газов.

От каждого из четырёх паровых котлов, установленных в главном корпусе ТЭЦ-2, выведены отдельные надземные газоходы. Через них дымовые газы от котла № 1 (марки ТПЕ-430) и водогрейных котлов КВГМ-100 (расположены в отдельном здании пиковой котельной) поступают в первый газоход-коллектор, ведущий к 220-метровой дымовой трубе. Второй газоход-коллектор собирает и направляет в ту же дымовую трубу газы от котла № 2 (тоже марки ТПЕ-430) и котлов № 3 и 4 (ТГМЕ-464). Газоходы удобно смонтированы на эстакадах на отметке +5,5 м от поверхности земли.

Нагрузка основного оборудования ТЭЦ зависит от времени года и температуры воздуха, а в отопительный сезон на станции обычно задействованы все четыре котлоагрегата, так что второй газоход-коллектор эксплуатируется практически постоянно. Присоединённый к нему конденсационный теплоутилизатор может обслуживать три

энергоблока. Расчёты на этапе предпроектной проработки показали, что подсоединять КТУ ещё и к первому газоходу было бы экономически нецелесообразно.

СЛАГАЕМЫЕ ЭФФЕКТА

Астраханская ТЭЦ-2 имеет электрическую мощность 380 МВт, а тепловую – 910 Гкал/ч; таким образом, КТУ номинальной тепловой мощностью 32,8 МВт (28,2 Гкал/ч) обещает принести заметный выигрыш. Ожидаемая норма доходности проекта превышает 15%.

Теплоутилизатор забирает из газохода часть горячих газов, охлаждает их, собирает выделившийся конденсат водяных паров и возвращает поток в газоход перед выходом в дымовую трубу. Здесь охлаждённые дымовые газы смешиваются с горячими, приобретая температуру, необходимую для создания тяги в дымовой трубе и исключения конденсации пара на её стенках (автоматика поддерживает температуру на 12° выше точки росы).

На ТЭЦ утилизируемое тепло расходуется на подогрев (примерно от 5–15 °С до 30–35 °С) водопроводной воды, поступающей в цех химводоподготовки, а также на нагрев до 60 °С уже химически очищенной воды, подаваемой на вакуумные деаэраторы. Раньше на Астраханской ТЭЦ-2 эта вода подогревалась паром производственных отборов турбин с давлением 13 кгс/см², а теперь этот пар экономится. В рамках проекта на ТЭЦ были также установлены два новых центробежно-капельных деаэратора ЦКД-В800 производительностью 800 м³/ч каждый.

Стоит отметить, что новая установка не только исключает энергозатратный паровой подогрев водопроводной и химически очищенной воды, но и сама производит воду. Дымовые газы в КТУ охлаждаются до температуры ниже точки росы, и образуется конденсат водяных паров в объёме до 50 м³/ч, который затем очищается от растворённых газов в декарбонизаторах. Это решение позволяет использовать конденсат в технологическом процессе ТЭЦ.

ЗАСУЧИВ РУКАВА

Проект по строительству КТУ на Астраханской ТЭЦ-2 в интересах ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» курировало ООО «ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг», контролируя строительно-монтажные и пусконаладочные работы подрядчика. Подготовка предпроектной документации на КТУ началась в фев-

рале 2020 года, а в ноябре 2023-го установка уже была введена в эксплуатацию.

Расскажем коротко об устройстве КТУ. К газоходу подсоединены два дымососа, которые резервируют друг друга, а в том случае, если нужно увеличить мощность установки, могут быть задействованы одновременно. Внутри газохода смонтирована шибберная заслонка для регулировки потока газов, проходящих напрямую в дымовую трубу. В КТУ горячие газы проходят сверху вниз через два трубчатых теплообменных аппарата (мощностью 19,7 и 13,1 МВт), трубки в которых расположены в шахматном порядке. Образующийся на них конденсат стекает в два сборных бака, откуда насосом перекачивается в два накопительных резервуара через декарбонизаторы. Поскольку в уходящих газах содержатся химически агрессивные вещества, в конструкциях КТУ повсеместно использована нержавеющая сталь.



Собираемый конденсат водяного пара в перспективе будет задействован в производстве

В ходе проекта на Астраханской ТЭЦ-2 были модернизированы существующие и проложены новые инженерные сети, выполнено обследование, ремонт и усиление опорных конструкций газоходов. Помимо собственно теплоутилизатора и трубопроводов, необходимых для его работы, построены две насосные станции, комплектная трансформаторная подстанция и другие объекты, а также смонтировано контрольно-измерительное оборудование и системы автоматизации. На блочном щите управления ТЭЦ размещено автоматизированное рабочее место оператора КТУ.

В проекте КТУ впервые в практике Астраханского регионального управления ООО

«ЛУКОЙЛ-Энергоинжиниринг» были применены такие новшества, как лазерное 3D-сканирование реконструируемого объекта для разработки проектной документации. При обустройстве газохода проёмы в стенах полуметровой толщины прорезались машиной с алмазным канатом.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

После ввода установки в эксплуатацию специалисты «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго» оснащают её измерительными приборами, которые помогут по реальным данным составить детальную картину о работе оборудования. Прямых показателей эффекта от КТУ пока нет, но уже есть косвенные в виде снижения производственного отбора пара с турбин.

Предварительные данные по работе ТЭЦ в целом с момента запуска КТУ подтверждают надежды разработчиков. Например, за декабрь 2023 года экономия природного газа превысила полтора миллиона кубометров, что близко к расчётной величине. В процессе дальнейшей эксплуатации установки будет проведён анализ эффекта от возврата конденсата в производственный цикл.

«Мы ищем подходы к повышению эффективности работы наших электростанций, – отметил начальник департамента развития энергетических активов и сопровождения проектов ПАО «ЛУКОЙЛ» Денис Догадин. – Проект по строительству КТУ – это новация, уникальный опыт. В дальнейшем на этапе эксплуатации установки будет собран и проанализирован большой массив информации. Мы детально изучим плюсы и минусы новой установки, отклонения от плановых технико-экономических показателей, дополнительные возможности по повышению эффективности. По итогам проведённого анализа с учётом полученного опыта и извлечённых уроков будем тиражировать проект на других объектах энергетики Группы «ЛУКОЙЛ»».

Насколько нам известно, мощный конденсационный теплоутилизатор, встроенный в технологическую схему ТЭЦ, в России внедрён впервые. Энергетики «ЛУКОЙЛа» не только нацелены на тиражирование уникального решения на собственных объектах, но и готовы делиться наработками с коллегами из других энергетических компаний. **ЭВ**

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

ПАО «ЭЛ5-ЭНЕРГО» В БОЛЬШОЙ СЕМЬЕ «ЛУКОЙЛА»

Свхождением ПАО «ЭЛ5-Энерго» в состав Группы «ЛУКОЙЛ» отмечено её усиление на электроэнергетическом рынке. В перечне новых активов суммарной установленной мощностью 5,9 ГВт представлены как тепловые станции (три ГРЭС), так и объекты ВИЭ-генерации (два ветропарка). Мы помогли «ЛУКОЙЛу» расширить географию коммерческой генерации, которая раньше была сосредоточена на юге России, а теперь вышла в новые регионы.

«ЭЛ5-Энерго» – предприятие с почти уже 20-летней историей, солидным опытом и передовыми технологиями. Основная наша задача на ближайшее время – сохранить баланс между планомерным развитием и долговой нагрузкой, продолжая реализовывать заявленные проекты.

ВСЕГДА В ДВИЖЕНИИ

Прошлый год ознаменовался успешным завершением знакового для «ЛУКОЙЛа» проекта: запущена в эксплуатацию Кольская ветростанция – мощнейшая в мире за Полярным кругом.

На текущий год в приоритете проекты тепловой генерации. Мы должны ввести в эксплуатацию модернизированную в рамках программы ДПМ-2 турбину ТГ-7 на Среднеуральской ГРЭС – самой исторически значимой станции «ЭЛ5-Энерго», которой в 2026 году исполнится 90 лет. Также в 2024 году там планируется запуск проекта по модернизации ТГ-6.

На всех станциях мы работаем над повышением эффективности оборудования и бизнес-процессов, параллельно проводим масштабный ребрендинг. Что касается ВИЭ, то у нас в портфеле есть ещё один перспективный ДПМ-проект, возможность и сроки реализации которого мы уточняем.

В рамках предстоящей интеграции в Группу «ЛУКОЙЛ» мы ожидаем получить синергетический эффект в результате совместной работы по изучению организационных структур, бизнес-процессов и лучших управленческих практик друг друга, обмена передовым опытом.

НОВЫЕ РЕГИОНЫ

Все наши регионы – Средний Урал, Ставрополье, Тверская, Ростовская и Мурманская области – уникальны и по-своему интересны. Компания «ЭЛ5-Энерго» везде известна как ответственный партнёр, работодатель и инвестор. Наши коллективные договоры ежегодно признаются одними из лучших. Среди недавних наград – знак «Арктический инвестор» от правительства Мурманской области.

На мой взгляд, через «ЭЛ5-Энерго» компания «ЛУКОЙЛ» открывает для себя возможность оценить инвестиционный потенциал и иные перспективы развития бизнеса в новых регионах.

ЦЕННЫЕ КАДРЫ

Мы продолжаем адаптироваться к изменениям на рынке труда, трансформируя бизнес-процессы. Например, в 2022–2023 годах нам удалось усовершенствовать инструменты оценки персонала, удерживать текучесть кадров на прежнем уровне, запустить и реализовать комплексную программу развития управленческих навыков у руководителей, а также продолжить продвижение культуры постоянного обучения, саморазвития и менторства.

Стратегия управления человеческим капиталом «ЭЛ5-Энерго» основана на трёх китах: развитие талантов, организационная эффективность, культура и вовлечённость. Мы постоянно расширяем выбор курсов для персонала: в 2023-м достигнут высокий показатель – более 75 учебных часов на сотрудника. В компании реализуются как общие образовательные программы, так и курсы для

специалистов отдельных направлений, а также развивается внутреннее наставничество. Непрерывное развитие, командная работа и культура коллегиального принятия решений – наши главные инструменты.

Чтобы живой организм «ЭЛ5-Энерго» прирастал новыми талантами, мы активно работаем с высшими и средними специальными образовательными учреждениями в Мурманской, Тверской, Ивановской, Свердловской областях, в Ставропольском крае и в Москве. Привлекаем мотивированную активную молодёжь на практику и на стажировки с перспективой трудоустройства.

ГЕНЕРАЦИЯ ИДЕЙ

ПАО «ЭЛ5-Энерго» имеет в Сколково инновационный центр. Основные его задачи: поиск перспективных технологических решений и стартапов, исследование и адаптация новых технологий к нашим нуждам, содействие развитию экосистемы инноваций в России.

Мы держим руку на пульсе новаций. В сфере наших интересов – роботы, дроны, 3D-печать, искусственный интеллект и машинное обучение, блокчейн, квантовые компьютеры, технологии дополненной и виртуальной реальности, сенсоры, накопители энергии, энергоэффективность.

Из широкого перечня проектов центра приведу примеры, близкие «ЛУКОЙЛу»: развитие сети электрозаправок и «пилот» по зарядке авто с контролем через мобильное приложение. Кроме того, сейчас мы рассматриваем проект роботизированной системы пожаротушения на производстве, а также работа-канатоходца – летающего дрона, который может сесть на линию электропередачи, двигаться по проводам, проверяя их целостность, а в будущем научится снимать



Алибек Тналин

наледь, ремонтировать арматуру и делать ещё многое другое. Надеюсь, летом начнём испытывать его прототип на Кольской ВЭС.

Ещё один проект связан с ИИ и видеоаналитикой – это машинный анализ фотографий лопастей ветрогенератора на предмет повреждений. Модель сможет объединять снимки и самостоятельно выявлять зоны риска, чтобы в разы ускорить диагностику, а впоследствии – определять степень повреждений.

Нам важно развивать культуру инноваций и новаторское мышление всего персонала, поэтому мы регулярно проводим семинары и тренинги, помогающие сотрудникам раскрыть свой творческий потенциал. На практике результаты зачастую проявляются через систему непрерывных улучшений (СНУ), где каждый может предложить решение для оптимизации техпроцессов или экономии средств.

ПРОЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ

В 2021 году на Невинномысской ГРЭС был успешно модернизирован котёл № 5 производительностью 480 т/ч, технологически связанный с турбиной № 4 мощностью 50 МВт. В рамках проекта заменены барабан котла, пароперегреватели, топочный экран, перепускные трубопроводы с арматурой. Замена барабана котла вылилась в уникальную операцию, которую мы готовили целый

год. Барабан доставили по железной дороге и смонтировали в окружении работающего оборудования. Предварительно на территории ГРЭС были усилены конструкции и построены прочные фундаменты на сорока восьми буронабивных сваях. С помощью 500-тонного автокрана барабан был поднят на высоту 30 м и через технологическое отверстие перенесён в здание действующего цеха, где установлен на штатное место.

Как я уже отметил, на Среднеуральской ГРЭС реализуются проекты по модернизации турбогенераторов № 7 и № 6. Благодаря замене турбин мощностью ГРЭС увеличится на 40 МВт, повысится эффективность и снизится влияние на окружающую среду. Работа над турбиной ТГ-7 началась в 2023 году и планируется к завершению нынешним летом, после чего в активную фазу войдёт проект ТГ-6.

В «ЛУКОЙЛе» созданы системы охлаждения циклового воздуха для газовых турбин, работающих в составе ПГУ, что особенно актуально при повышенных температурах. Столкнувшись с этой проблемой на ПГУ Невинномысской ГРЭС в Ставропольском крае, мы начали проработку её решения и в 2021 году провели точные расчёты. Рассматривали разные варианты. В результате сегодня реализуется проект по оснащению ПГУ испарительной установкой с использованием опыта коллег с Краснодарской ТЭЦ. Ожидаем увеличения располагаемой мощности ПГУ на величину до 11 МВт в зависимости от температуры наружного воздуха. Для Среднеуральской ГРЭС, расположенной в более прохладном регионе, подобная модернизация сегодня экономически не целесообразна.

Несмотря на непростые условия на рынке сервиса импортных газовых турбин, в этом году мы выводим в плановый ремонт два блока ПГУ. Парогазовые установки существенно влияют на показатель EBITDA нашей компании.

Есть идеи!

В «ЭЛ5-Энерго» налажена генерация идей, которые могут быть полезны нашим коллегам из «ЛУКОЙЛа». Хорошо работает СНУ, запущенная ещё в 2016 году. На встрече по обмену опытом 23 ноября 2023 года на Невинномысской ГРЭС специалисты компаний «ВДК-Энерго» и «ЭЛ5-Энерго» уже обменялись удачными находками и обсудили проблемы. Когда представитель «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» рассказал об актуальной проблеме чистки грубых со- роудерживающих решёток, главный инженер Невинномысской ГРЭС тут же предложил опробованное решение, показавшее свою эффективность на Барсучковском водозаборе, где боновые заграждения задерживают большую часть мусора. В каждой компании есть интересные решения и лучшие практики, нужно лишь организовать обмен ими. Было бы полезно регулярно встречаться для обсуждения проблемных вопросов и обеспечить взаимный доступ к информации по предложениям СНУ.

Другой источник идей – различные проекты «ЭЛ5-Энерго». Так, проект «Цифровизация» преобразил производственные и административные процессы. Автоматизация отчётности позволила сократить время подготовки документов на 30–70%, а в некоторых случаях обеспечила возможность онлайн-мониторинга ряда производственных показателей.

Для нас, крупного энергетического предприятия, главное – безаварийная и безопасная работа. Как производитель тепла и электроэнергии мы несём ответственность перед тысячами потребителей, а как работодатель – перед государством и собственным коллективом. Пользуясь случаем, пожелаю работникам «ЭЛ5-Энерго» и нашим коллегам из других организаций спокойной безопасной работы.

Алибек ТНАЛИН,
генеральный директор ПАО «ЭЛ5-Энерго»

СТАНЦИОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ ПЕРСОНАЛА НА ОБЪЕКТАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ



Изображение от ianravel.com на Freepik

Кадры решают всё – это крылатое выражение, наверное, часто вспоминает каждый, кто причастен к работе с персоналом. Однако не каждый сотрудник может решить все задачи так, как это необходимо для эффективной работы организации. В этой статье я поделюсь своим опытом в области работы с персоналом на тепловых электрических станциях.

Законодательство, регулирующее деятельность опасных производственных объектов, за последние годы претерпело многочисленные изменения. Появились новые требования в том числе и к подготовке персонала. При этом объём информации, необходимый для усвоения работниками, увеличился, усилилась нагрузка на инженерно-технических сотрудников, ответственных за работу с оперативным персоналом. Помимо сокращения этой нагрузки мы ставили задачу учёта индивидуальных особенностей каждого обучающегося.

В век цифровых технологий люди привыкли получать информацию через электронные устройства, что становится обыденностью не только в быту, но и на производстве, даже в такой консервативной сфере, как энергетика.

Энергетика – весьма инертная отрасль, где новые технологии и подходы тщательно изучаются и оцениваются, долго внедряются. Область подготовки персонала не исключение: инструкции и схемы преимущественно представлены в бумажном виде, инструктажи проводятся с помощью раздаточного материала, экзамены принимаются устно.

В сложившейся системе мы сталкиваемся с такими негативными факторами, как трудности для персонала воспринимать информацию, большие затраты времени на подготовку методических материалов и работу с персоналом, невозможность вести статистику для анализа и оперативно реагировать на появление пробелов в знаниях работников, что потенциально ведёт к росту аварийности и травматизма.

Ситуацию можно кардинально изменить, перейдя на цифровые технологии. Хочу поделиться своим опытом внедрения цифровой системы подготовки персонала, направленной на систематизацию процесса подготовки работников ТЭС и повышение его качества.

Подготовка оперативного работника к новой должности разделяется на теоретическое обучение и практику. В первое входит изучение производственных схем и инструкций. Практические навыки отрабатываются во время стажировки и дублирования.

Элементарные практические тренировки по открытию и закрытию арматуры, пуску и остановке насоса и т. д. персонал может пройти во время дублирования. А такие сложные операции, как пуск и остановка основного оборудования или его вспомогательных систем, отрабатываются только по настоящей производственной необходимости, что лишает работников возможности отточить мастерство и довести действия до автоматизма путём многократных повторений.

В рамках прежней модели подготовка квалифицированного персонала растягивалась не то что на месяцы, а на годы. В отсутствие реальных происшествий и вызванного ими стресса невозможно оценить способность человека эффективно действовать в нештатной ситуации, а проверка в реальных условиях может обернуться неприятными сюрпризами.

Видя перемены, обусловленные всеобщей цифровизацией и постоянно растущим объёмом информации, я чётко понял необходимость адаптировать процессы подготовки персонала под изменившиеся реалии. Команда инженерно-технического блока разделила этот процесс «по классике» на практическую и теоретическую подготовку, видоизменив их в соответствии с новыми возможностями цифровых технологий.

Анализ современных тенденций в сфере производственно-технического обучения подсказал основные идеи: время одного занятия должно быть оптимальным для восприятия – не более 30 минут; материал должен быть максимально концентрированным, визуализированным для простой и понятной подачи, актуальным и персонализированным на основании анализа успеваемости.

Преодолеть трудности с практической подготовкой оперативных работников нам помогли цифровые двойники основного оборудования и станции в целом, созданные на основе математических моделей. Это программные тренажёры, способные имитировать работу как основного, так и вспомогательного оборудования, а также полностью воспроизводить интерфейс АСУТП или внешний вид панелей управления. Тренажёры представлены для электротехнического, теплотехнического, водно-химического оборудования, КИП и АСУТП.

К основным достоинствам таких программных продуктов на практике можно отнести быстроту тренировок, возможность учиться на ошибках без негативных последствий для оборудования, а также отрабатывать нештатные и аварийные ситуации.

Цифровые двойники также позволили индивидуально устранить у каждого работника слабые места, обнаруженные на основании объективной машинной оценки, наработать практические навыки со всем персоналом по результатам расследования инцидентов и аварийных отключений.

Что касается теории, всё ещё оставалась трудность представления большого объёма данных в доступном интуитивно понятном виде. К переводу всех инструкций в электронный вид нас подтолкнул выпуск новых правил работы с персоналом с требованиями к производственным инструктажам, которые

режиме с необходимой периодичностью организовывать и проводить все виды инструктажей с обязательной проверкой усвоения материала, корректировать пробелы в знаниях. В общую цифровую систему вошли программные комплексы различных производителей, выполняющие одну или несколько задач и отвечающие за вводный и производственный инструктаж, стажировку, предэкзаменационную и специальную подготовку, противоаварийные тренировки, инструктаж по охране труда и пожарной безопасности.

Проверку знаний мы намеренно не стали переводить в цифровой вид. Допуском к экзамену служит протокол, который формируется после компьютерного тестирования. Вопросы предэкзаменационного теста генерируются автоматически на основе ответов сотрудника и его коллег, находящихся на аналогичных должностях. Экзамен проводится

устно с видеозаписью. Хотелось отметить, что у инженерно-технических работников появилось больше времени, чтобы в ходе проверки знаний пообщаться с экзаменуемыми и обсудить действия в реальных производственных ситуациях. Это позволяет, не застревая на стандартном опросе, делать акцент на тех темах, в которых сотрудник проявил низкий уровень подготовки.

В результате внедрения цифровой системы мы сократили затраты времени руководителей на подготовку персонала и адаптировали учебные программы под индивидуальные особенности ра-



Тренажёры имитируют работу основного и вспомогательного оборудования ТЭС

ботников, повысили заинтересованность персонала в обучении, что помогло организовать системное повышение уровня его квалификации. В долгосрочной перспективе планируем оценить рост уровня профессиональных компетенций, а также снижение аварийности и травматизма из-за «человеческого фактора».

Таким образом, весь процесс подготовки персонала перешёл в плоскость цифровых технологий, за исключением практики, которая в принципе может быть оцифрована с помощью VR-технологий, но это уже совсем другая история.

Функционал цифровой системы подготовки персонала позволяет в автоматическом

режиме с необходимой периодичностью организовывать и проводить все виды инструктажей с обязательной проверкой усвоения материала, корректировать пробелы в знаниях. В общую цифровую систему вошли программные комплексы различных производителей, выполняющие одну или несколько задач и отвечающие за вводный и производственный инструктаж, стажировку, предэкзаменационную и специальную подготовку, противоаварийные тренировки, инструктаж по охране труда и пожарной безопасности.

Проверку знаний мы намеренно не стали переводить в цифровой вид. Допуском к экзамену служит протокол, который формируется после компьютерного тестирования. Вопросы предэкзаменационного теста генерируются автоматически на основе ответов сотрудника и его коллег, находящихся на аналогичных должностях. Экзамен проводится

Андрей БЕЛИКОВ,

заместитель генерального директора – главный инженер ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго»

КРИПТОКАПИТАЛ ПО МАРКСУ

МАЙНЕРЫ ПОМИМО БИЗНЕСА ДЕЛАЮТ БОЛЬШОЕ ПОЛЕЗНОЕ ДЕЛО

Ассоциация промышленного майнинга сообщила, что объём российского майнингового рынка в 2023 году прирос на 50% по сравнению с 2022-м. Россия как страна с недорогой электроэнергией имеет в сфере энергоёмких блокчейновых вычислений весьма сильные позиции, которые необходимо ещё более усилить и закрепить.

В конце декабря 2023 года Минэнерго опубликовало для обсуждения проект постановления, где предложено в два-пять раз повысить тарифы на электроэнергию для майнеров криптовалют. Цель постановления – решить проблему исчерпания энергетических мощностей в отдельных регионах страны, где майнинг развивается настолько быстро, что уже становится невозможно подключить к электроснабжению крупные инфраструктурные и социально значимые объекты. Минэнерго идёт понятным путём, который, однако, представляется нам не самым лучшим.

ФАЗА НАКОПЛЕНИЯ

В нынешнюю цифровую эру денежные операции стали преимущественно безналичными и, судя по свежим тенденциям, теперь будут мигрировать в криптосферу. Введение в нашей стране цифрового рубля и аналогичных ему национальных цифровых валют за рубежом (основанных на блокчейне) – наилучшее тому подтверждение. Информационные технологии позволяют каждому юридическому и физическому лицу иметь собственный счёт (как говорят в криптосфере, «кошелёк») в блокчейновой системе центрального банка, обходясь без банковских посредников. Опыт показывает, что проценты по кредитам и другие банковские услуги могут отнимать у предпринимателя до трети оборота, так что исключение посредников для него – вопрос весьма актуальный.

Не зря говорят, что история повторяется, но каждый раз на новом уровне. Если смотреть по Карлу Марксу, то сейчас в криптосфере идёт эпоха первоначального накопления капитала путём майнинга криптовалют. За ней, согласно классике, последуют стадии концентрации и централизации капитала. Конечно, насчёт централизации можно спорить, поскольку криптовалюты были созданы как раз с противоположной целью, но мало кто сомневается, что богатеть будут в первую очередь уже богатые.

СТЕЙКИНГ НАСУЩНЫЙ

Переход от накопления криптокапитала к его концентрации уже идёт, и выражается это в том, что разработчики криптовалют в алгоритме поиска консенсуса всё чаще уходят от принципа POW (Prove of Work – «доказательство работой»), имеются в виду интенсивные вычисления) и переходят к принципу POS (Prove of Stake – «доказательство долевым участием»). Вторая по капитализации после биткойна блокчейновая сеть, Ethereum, успешно перешла от POW к POS в сентябре 2022-го. Созданы целые экосистемы POS, такие как Cosmos (включает более шестидесяти блокчейнов!), Solana, Polygon, Avalanche. В чём же заключается доленое участие?

Новые блоки в блокчейне генерируют не майнеры, число которых может исчисляться десятками и сотнями тысяч со всеми вытекающими последствиями в виде медлительности и огромного энергопотребления сети, а валидаторы транзакций. Как правило, число валидаторов в POS-блокчейне ограничено несколькими десятками, поэтому сеть получается быстрой и энергоэкономной. Валидатор финансово заинтересован постоянно

Такая система стимулирует пользователя накапливать криптовалюту и снижает зависимость её котировок от раскочки эмоций на криптобиржах. Не удивительно, что многие майнеры продают не всё «добытое тяжёлым компьютерным трудом» богатство, а часть меняют и ставят на стейкинг. Вот он, механизм накопления криптокапитала! Почему это важно?

НОВЫЕ РЫНКИ

Санкции, с которыми столкнулась наша страна, имеют в первую очередь финансовый характер. В сфере декретных валют Нью-Йорк и Лондон как финансовые столицы мира привыкли диктовать свои правила, поскольку обладают ёмкими финансовыми рынками и большими капиталами, необходимыми для международной торговли, а также развитой банковской инфраструктурой, готовой предложить страхование торговых сделок, хеджирование (защиту от резких колебаний курсов и биржевых котировок), клиринговые и другие услуги. В будущей блокчейновой финансовой системе географическое распределение капиталов потеряет роль, значение же приобретут их размер и перечень сопутствующих услуг. И если мы хотим быть финансово самодостаточными, то должны сами контролировать крупные криптокапиталы.

Разработчики большинства POS-валют реализовали механизм управления блокчейновыми проектами со стороны пользователей, участвующих в стейкинге. Стейкеры имеют право голоса в определении политики блокчейновой сети и принятии конкретных оперативных решений. Для этого в криптокошельках предусмотрен раздел Governance («Управление»), где стейкер может проголосовать за те или иные предложения по развитию проекта или против них. И чем больше его доленое участие, тем весомее его голос в управлении. Кстати, он сам может подать предложение. Если оно будет принято большинством, команда разработчиков криптопроекта обязана это предложение реализовать. Таким образом, в POS-блокчейнах работает принцип «кто платит, тот заказывает музыку». Другими словами, стейкеры владеют долей бизнеса и участвуют в управлении им.

Пока в мировой финансовой системе идёт накопление криптокапиталов, Россия заинтересована не ограничивать, а всячески сти-

мулировать энергоёмкий майнинг криптовалют – как организациями, так и гражданами. В интересах нашей страны – накапливать цифровые активы в ходе стейкинга для создания резервов и усиления контроля над будущей международной финансовой системой. Тем более что на фундаменте стейкинга строится зацветающая индустрия криптофинансовых услуг.

ВСЁ, ЧТО ДУШЕ УГОДНО

Быстро набирает силу ликвидный стейкинг. Суть его в том, что владелец криптовалюты, делегировавший её валидатору, в подтверждение получает токен, который сам по себе имеет ценность и обращается в криптосфере. Его можно купить, продать, обменять, извлекая дополнительную выгоду. Это напоминает заём под залог акций. Созданы и другие производные криптофинансовые инструменты.

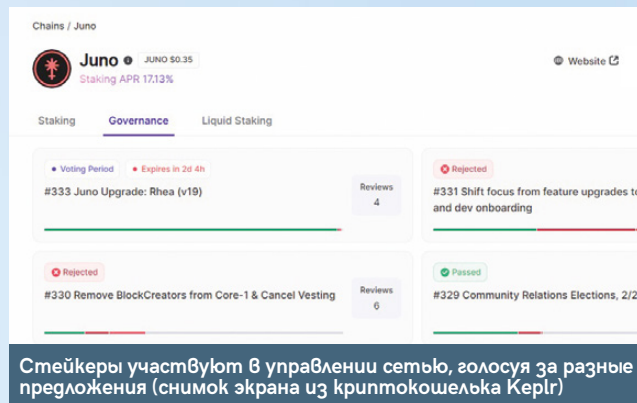
Помимо стейкинга для преумножения криптокапиталов практикуется предоставление имеющихся средств в обменные пулы распределённых криптобирж. Этот механизм позволяет зарабатывать, получая процент от комиссий за обменные операции.

Ещё одна тенденция – развитие межблокчейновой связи (IBC – Inter Blockchain Communication). С её помощью создаются распределённые торговые системы и механизмы постановки на стейкинг POW-монет. Например, биткойн скоро можно будет портировать в другую блокчейновую сеть, чтобы он не лежал мёртвым грузом, а приносил проценты, пусть и небольшие.

Криптосфера стремительно развивается. Создано множество разных механизмов (например, займы), обслуживающих потребности реального сектора. Выпущены криптовалюты, по цене привязанные к золоту и другим товарам. Это называется токенизацией активов. Кстати, практически все сертификаты происхождения электроэнергии и многие углеродные сертификаты записываются в блокчейне. От того, как мы освоим подобные инструменты, зависит наше благосостояние. А ещё лучше – не просто освоить, а участвовать в их создании.

Москва не скоро строилась, и полноценная криптофинансовая система также будет построена не сразу. Сегодня важно не затруднять, а стимулировать не только майнинг и стейкинг криптовалют, но и валидаторский бизнес, чтобы Россия ещё быстрее укрепляла своё положение в будущем цифровом мире.

Борис ДОРИ



держат свой сервер включённым, не допуская перерывов в работе, – он получает долю вновь эмитируемых криптовалют и подтверждается жёстким штрафом за такие перерывы. А пользователи POS-сети заинтересованы преумножать свои криптокапиталы, и им проще всего делать это с помощью стейкинга, делегируя часть криптосредств тому или иному валидатору. За стейкинг пользователь получает доход, обычно от 5 до 30% годовых. Снять средства со стейкинга моментально, как правило, нельзя. Придётся выждать от двух дней до трёх недель.

ЛЮБИМЫЙ ГОРОД, ОТЛИЧНАЯ ПРОФЕССИЯ!

**ПОСТОЯННО РАСШИРЯЯ СВОИ ЗНАНИЯ
И УМЕНИЯ, МЫ ПОМОГАЕМ КОМПАНИИ
И РАЗВИВАЕМ ЭНЕРГЕТИКУ**

Рассказывает Эдуард Юрьевич ТАЙМАСОВ – начальник производственно-технического отдела Сервисного центра «Урай-энергонефть» Западно-Сибирского регионального управления ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Мой отец был электроэнергетиком. Он работал на Челябинском электрометаллургическом комбинате, в Федеральной сетевой компании, в Урайских электрических сетях и в СЦ «Урайэнергонефть». Рассказы отца и экскурсии на энергетические предприятия, несомненно, повлияли на мой выбор профессии.

Энергетика очень важная отрасль – электричество и тепло необходимы как в быту, так и на любом производстве. Думаю, энергетик никогда не останется без работы. Тем более что наша отрасль устойчиво развивается, постоянно разрабатываются различные приборы и новое оборудование.

В 2009 году, окончив Южно-Уральский государственный университет в Челябинске, я вернулся в Урай. С одной стороны, в областном центре больше предприятий и организаций, много разных возможностей для трудоустройства, а с другой стороны – там труднее продвигаться по работе, без связей можно надолго застрять на одном месте. Здесь же, в нашем сервисном центре и в обществе в целом, хорошо организована работа с молодыми специалистами, им помогают адаптироваться и влиться в коллектив. Если ты готов учиться и быстро усваивать новые навыки, готов добросовестно трудиться, то у тебя практически нет профессионального «потолка». А при этом, что важно, Урай – мой родной город, самое комфортное и безопасное место для семьи.

Сервисный центр «Урайэнергонефть» обслуживает месторождения ТПП «Урайнефтегаз». С 2018 по 2020 год мы в пилотном режиме отработали переход от системы планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию энергооборудования по его техническому состоянию. Лично для меня

самыми сложными оказались разработка различных регламентов, подготовка презентаций и докладов. Интересно было общаться с коллегами, которых до этого я не знал, – из сервисного центра, из аппарата регионального управления, из центрального аппарата общества. У каждого члена нашей рабочей группы было своё видение, своё мнение, и отсюда рождались новые правила и регламенты.

Специфика производственно-технического отдела – это работа со всеми нововведениями. Через систему бережливого производства 5S и систему непрерывных улучшений



Эдуард ТАЙМАСОВ
(ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)

внедряются энергоэффективное оборудование и энергосберегающие технологии.

Чтобы повысить надёжность промышленных систем и облегчить тяжёлый труд электриков, у нас быстрыми темпами развивается система предиктивной технической диагностики, которая с помощью различных датчиков и специализированного программного обеспечения позволяет предотвратить выход из строя электродвигателей, силовых трансформаторов, кабельных линий и другого оборудования. Идея в том, чтобы выявлять зарождающиеся дефекты на ранней стадии. Сейчас идут опытно-промышленные испытания системы мониторинга состояния силовых трансформаторов (по содержанию влаги в

масле и состоянию твёрдой изоляции) в различных сервисных центрах, включая наш, но нехватка опыта применения и высокая стоимость пока не позволяют её широко внедрять.

За время работы в ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» я прошёл многочисленные курсы повышения квалификации по разным направлениям, поднял уровень своих знаний и получил ответы на специфические вопросы, которые невозможно изучить в рамках классического университетского образования. После введения системы электронного документооборота у нас каждый инженерно-технический работник может сам выбирать электронные курсы, которые ему интересны и необходимы.

Производственно-технический отдел (в нём вместе со мной семь человек возрастом от 35 до 53 лет) для нас как семья. Мы живём в дружелюбной атмосфере, делим трудности и радости, поздравляем друг друга со всеми праздниками. Конечно же общаемся и за стенами предприятия. Несмотря на то что у каждого свои направления и задачи, все они взаимосвязаны и каждый находится в курсе проблем своих коллег.

Новичкам с нашим довольно высоким темпом и большим объёмом работы поначалу приходится непросто. Людей обучаем по ходу дела. Сначала даём простые поручения, потом, поняв, на что вообще способен человек, постепенно усложняем задачи.

В наш сервисный центр на стажировку приходят молодые специалисты после Урайского политехнического колледжа, Казанского и Югорского госуниверситетов, Тюменского индустриального университета и других вузов. По итогам стажировки руководителям становится ясно, кто из молодых работников сможет пополнить их отряды и быстро влиться в коллективы. Впоследствии у ребят будет много возможностей проявить себя.

Лично я неоднократно участвовал в корпоративных конкурсах на лучшую научно-техническую разработку, где в начале 2010-х занял призовое место на региональном этапе. Как специалист системы независимой оценки квалификации персонала в 2023 году принял участие и победил в конкурсе «Лучший

региональный эксперт Центра оценки квалификаций ООО «ЛУКОЙЛ МЦПБ»». По его условиям требовалось разработать часть оценочного средства, позволяющего определить, обладает ли работник достаточными знаниями и умениями для успешного выполнения производственных задач. В моём случае речь шла о квалификации «Мастер по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей». На конкурсе я получил интереснейший опыт и вырос как эксперт, нашёл ответы на многие важные вопросы.

Я лёгок на подъём: готов принять новые профессиональные вызовы, исполнять нестандартные производственные поручения, если не говорить о переезде в другой регион – здесь я ограничен ответственностью перед моими близкими, перед семьёй. Работа в большой компании даёт уверенность в завтрашнем дне и ощущение стабильности, позволяет строить долгосрочные планы.

Из наиболее ярких моментов назову трудоустройство в СЦ «Урайэнергонефть» и первые дни работы, когда я начал осознавать, что учился не напрасно и могу применять имеющиеся знания. Яркие воспоминания остались и от всех молодёжных мероприятий – это и конкурсы на лучшую научно-техническую разработку, и слёты молодых специалистов в Москве и Когалыме. Отдельно стоит отметить переход в производственно-технический отдел в 2010 году. До пенсии мне ещё далеко, поэтому, думаю, впереди много знаковых событий.

Живу я в индивидуальном доме, и потому моё увлечение – плотницкое и столярное дело. В последнее время смастерил уличный детский игровой комплекс, детскую мебель, различные полочки, вешалки.

Течение событий ускорилося, всё вокруг быстро меняется. Для успешной адаптации сегодня необходимы стрессоустойчивость, гибкость ума, высокая скорость мышления, смелость в принятии решений.

Читателям газеты, пользуясь случаем, пожелаю смотреть на мир с оптимизмом, уверенно идти к достижению своих целей, любить свою профессию. **ЭВ**

ЭНЕРГИЯ ЗНАНИЙ

РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК — ТРИСТА ЛЕТ!

Фото: Alex Fedorov, Wikimedia Commons

Триста лет назад, 28 января (8 февраля) 1724 года, Пётр I подписал указ об учреждении в Санкт-Петербурге Императорской Академии Наук и Художеств. Слово «Российская» в названии появилось намного позже – в 1917-м (причём ненадолго, поскольку с 1925-го по 1991-й это была Академия наук СССР), но задача создания и развития отечественной науки как части мировой ставилась с самого начала. И исследования электричества велись в академии постоянно.

ПЕТЕРБУРГСКИЕ СВЕТИЛА

Петербургская академия (так её для краткости именуют в литературе, объединяя все существовавшие в разное время названия) основывалась как учреждение одновременно и научное, и учебное. Согласно указу «Об учреждении Академии Наук и Художеств» каждый академик должен был написать учебник для юношества и по часу в день заниматься публичным преподаванием своего предмета. При академии были созданы университет и гимназия, где преподавали академики, но на рубеже XVIII–XIX веков, с организацией сети университетов и научных обществ, необходимость учебной функции отпала и академия стала чисто научной.

Начало изучения электричества в Петербургской академии ознаменовалось трагедией – гибелью Георга Вильгельма Рихмана. Он стал, вероятно, первым учёным, погибшим в результате электрического эксперимента, а сам этот эксперимент – первым случаем документально зафиксированного наблюдения шаровой молнии.

Вдохновлённый исследованиями Бенджамин Франклина, опубликовавшего в 1752 году описание громоотвода, Рихман установил на крыше дома, где жил, железный изолированный от крыши шест и провёл от него проволоку в одну из комнат своей квартиры. Конец проволоки соединялся с прибором – прообразом электрометра, который состоял из шёлковой нити, отклонявшейся от вертикали под воздействием атмосферного электричества, и металлической шкалы с квадрантом для замера угла отклонения. В дальнейшем учёный усовершенствовал свой «электрический указатель», соединив его с лейденской банкой.

Отчеты Рихмана об опытах над атмосферным электричеством регулярно появлялись в «Петербургских ведомостях» летом 1752 и 1753 годов, пока в злополучный день 26 июля (6 августа) 1753-го от прибора не отделилась шаровая молния, поразившая учёного в лоб. Весть об ужасном событии облетела научный мир, скептики, не признававшие громоотвод (новые вещи всегда вызывают недоверие), утверждали, что гибель Рихмана доказывает небезопасность устройства. Ломоносов в своём знаменитом письме графу Шувалову писал, что Рихман «умер прекрасной смертью, исполняя по своей профессии должность», и просил о заступничестве, «чтобы сей случай не был истолкован противу приращений наук». Тем не менее опыты с электричеством в России на некоторое время прекратились.

Но постепенно всё вернулось на свои места, а в 1789 году американский политический деятель, изобретатель и учёный Бенджамин Франклин был избран почётным членом Петербургской академии. Иностранцами почётными членами академии были также среди прочих знаменитый электрохимик сэр Хэмфри Дэви и «отец электродинамики» Андре-Мари Ампер, получившие это звание соответственно в 1826 и 1830 годах.

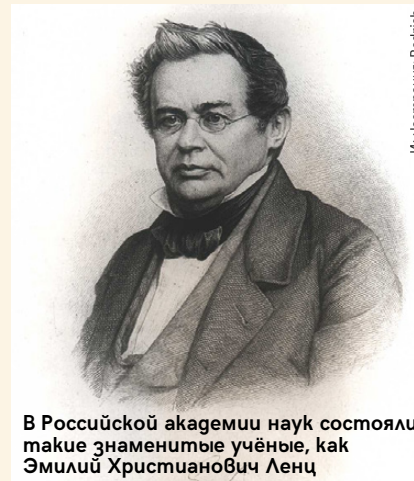
Следующим необходимо назвать Василия Владимировича Петрова, построившего в самом начале XIX века «огромную наипаче» гальваническую батарею, где медные и цинковые пластины были уложены друг на друга, как в классическом вольтовом столбе, а поставлены на ребро в специальном длинном ящике. Четыре секции батареи по 1050 пар пластин в каждой обеспечили достаточно высокое напряжение, чтобы получить в 1803 году электрическую дугу и проводить с ней эксперименты. Увы, эксперименты эти остались без продолжения, а к трудам Петрова, написанным по-русски, много лет никто не обращался. Их открыли заново под конец столетия, когда они уже были интересны только для историков науки.

Эмилий Христиановичу Ленцу мы обязаны законом индукции (правилом Ленца), определяющим направление индукционного тока, и законом Джоуля – Ленца, согласно которому количество теплоты, выделяемое током в проводнике, пропорционально квадрату силы тока и сопротивлению проводника.

Изобретатель судового электродвигателя Мориз Герман (Борис Семёнович) Якоби был приглашён в Петербургскую академию для продолжения исследований и, работая там, помимо усовершенствования своего двигателя

сконструировал прибор для измерения электрического сопротивления, а также около десятка телеграфных аппаратов. Однако работы эти были так глубоко засекречены, что Россия не только лишилась приоритета, но и долгие годы закупала телеграфную аппаратуру за границей. Главным же вкладом Бориса Якоби в науку было открытие гальванопластики.

В статье о Петербургской академии в «Википедии» в числе её выдающихся учёных, работавших в XIX веке, упоминаются Александр Григорьевич Столетов, создавший первый фотоэлемент, Пётр Николаевич Ле-



В Российской академии наук состояли такие знаменитые учёные, как Эмилий Христианович Ленц

бедев, экспериментально доказавший существование светового давления, первый российский радиотехник Александр Степанович Попов. Ни один из троих в действительности не был академиком, но их заслуги перед отечественной наукой не могут не ассоциироваться с почётным званием.

ЭПОХА ИНСТИТУТОВ

После Февральской революции 1917 года и гибели монархии академия больше не могла быть императорской, и в мае 1917 года учёные предложили новое название – Российская академия наук (РАН). Предложение ушло во Временное правительство, было утверждено и вступило в силу в октябре 1917 года, как раз перед следующей революцией. Переименование отражало принципиальное изменение – превращение столичного учреждения в систему научных организаций, охватывающую всю страну. Уже с 1918 года началось создание региональных отделений РАН, а после основания СССР – академий

в союзных республиках. В 1925 году РАН превратилась в АН СССР, в 1934-м переехала в Москву, а в 1991-м вновь стала РАН. Сейчас она строится по научно-отраслевому и территориальному принципу и включает тринадцать отделений (по областям науки), а также четыре региональных отделения и пятнадцать региональных научных центров.

Секция энергетики находится в составе Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления и руководит:

- Институтом проблем геотермии Дагестанского научного центра РАН;
- Институтом теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН;
- Институтом систем энергетики им. Л. А. Мелентьева Сибирского отделения РАН;
- Институтом теплофизики Уральского отделения РАН;
- Институтом промышленной экологии Уральского отделения РАН;
- Институтом социально-экономических и энергетических проблем Севера Коммунистического научного центра Уральского отделения РАН;
- Научно-производственным предприятием «Квант»;
- ОАО «Энергетический институт им. Г. М. Кржижановского» (ОАО «ЭНИН»);
- Научно-исследовательским институтом энергетического машиностроения МГТУ им. Н. Э. Баумана (НИИ ЭМ МГТУ);
- Московским энергетическим институтом (НИУ «МЭИ»);
- Санкт-Петербургским государственным политехническим университетом имени Петра Великого (СПбПУ);
- Всероссийским дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехническим научно-исследовательским институтом (ОАО «ВТИ»).

Понятно, что вопросами энергетики могут заниматься и другие академические институты. Например, среди публикаций на сайте РАН к её трёхсотлетию есть статья об Институте физико-технических проблем Севера Якутского филиала Сибирского отделения РАН, озаглавленная «Наука о технологической и энергетической безопасности в экстремальных условиях Севера и Арктики».

Присоединяясь к поздравлениям в адрес Российской академии наук, которых в этом году прозвучит немало, желаем учёным совершить новые прорывы в энергетике!

Мария СУХАНОВА

БЕСКИСЛОРОДНОЕ ГОРЕНИЕ

ЭЛЕКТРО- И ТЕПЛОГЕНЕРАЦИЯ НА НОВЫХ ПРИНЦИПАХ

При сжигании углеводородов разрываются связи атомов водорода с другими атомами, в результате чего выделяется энергия. А поскольку атом водорода (состоящий из протона и электрона) имеет малую массу, удельное энерговыделение получается весьма высоким. Проблема углеводородного топлива в том, что при его сжигании кроме водяного пара образуются CO_2 , CO , SO_2 , NO_x и другие газы, связывающие различные вещества, которые присутствуют в топливе и в воздухе. Конечно, можно сжигать чистый водород в чистом кислороде, как это делается в современных космических ракетах (в ходе реакции выделяются только водяной пар и теплота), но это слишком дорого.

Чистый водород привлекателен тем, что его можно направить в топливный элемент с протонообменной мембраной, чтобы получить электрический ток без промежуточных энергетических преобразований. Но существует гораздо более выигрышный способ извлечения энергии из водорода. Для пояснения обратимся к работам американского физика Рэнделла Миллса.

10 КОСМИЧЕСКАЯ РОДОСЛОВНАЯ

В середине 1980-х Миллс учился в Гарвардском университете и Массачусетском технологическом институте, где участвовал в исследованиях по рейгановской программе «звёздных войн». Американские учёные тогда пытались создать лазер на свободных электронах, чтобы в безвоздушном пространстве получить мощное излучение для поражения баллистических ракет.

Миллс понимал, что электрон как одна из фундаментальных частиц может существовать в трёх совершенно разных состояниях. Первое из них – свободное, например, в составе электронного пучка. Второе – связанное, в нём электрон образует оболочки вокруг ядер в атомах или молекулах. Третье состояние наблюдается на поверхностях металлов. Миллс разработал математический аппарат, описывающий свойства электронов во всех трёх состояниях.

В начале 1990-х, погрузившись в существовавшие тогда теории, Миллс обнаружил, что положение с моделями атома водорода – простейшего химического элемента – является просто удручающим. В них вскрылись удивительные пробелы и, в случае квантовой механики, – откровенные математические трюки, необходимые для нормализации формул, то есть для устранения

бесконечных величин. В определённый момент Миллс пришёл к выводу, что есть более простой и изящный способ описать поведение электронов и фотонов в их квантовых проявлениях.

Попробуем объяснить идею на пальцах. Спектр поглощения электромагнитной энергии веществом объясняется тем, что электронная оболочка вокруг атомного ядра представляет собой сферический резонатор, настроенный на определённую длину волны. Но как только электрон получит энергию, он перейдёт на другой орбитальный уровень, отчего резонансная частота изменится, а потому поглощение энергии прекратится. Аналогичные процессы происходят при излучении фотонов. Вот они – механизмы квантования с очевидным физическим смыслом, не требующие туманных постулатов квантовой физики! Расчёты Миллса по спектральным характеристикам первых двадцати элементов таблицы Менделеева точно совпали с результатами спектральных измерений, подтвердив правильность теории.

Так появилась на свет новая физика, подробно изложенная в трёхтомнике «Большая общая теория классической физики» (Grand Unified Theory of Classical Physics – GUT-CP). Для его загрузки в PDF-формате щёлкните [здесь](#).

ЧЕТЫРЕ В ОДНОМ

До Миллса широко обсуждаемая единая теория поля предполагала существование четырёх фундаментальных видов взаимодействия: электромагнитного, гравитационного, сильного и слабого. Миллс отбросил два последних, включив в теорию сохранённые электрическую и магнитную энергии, а также учтя высвобождение кинетической энергии и изменения глюонных полей при этих физических процессах.

Модели частиц у Миллса чисто электромагнитные (см. нашу статью о модели свободного электрона), притом подчиняющиеся закономерностям теории относительности. Поскольку последняя требует, чтобы ускорение тела сопровождалось увеличением его массы (эйнштейновская формула $E=mc^2$), то сила сопротивления ускорению тела (инерция) должна быть пропорциональна прибавке энергии в системе. Иначе говоря, гравитационные взаимодействия тоже привязываются к электромагнитным.

Миллс показал, что в основе единой теории поля, которую в двадцатом веке упорно пытались разработать физики, лежат уравнения Максвелла, известные уже полтора столетия.

Таким образом автор GUT-CP ухитрился избавиться от математических головоломок Шрёдингера, Дирака и Фейнмана, выразив квантовые эффекты через уравнения электродинамики и заложив основу новой физики, которая единообразно применима к явлениям самых разных масштабов – от микрочастиц до космоса. За подробностями отошлём читателя к [интервью](#) Миллса.

История науки полна примеров, когда новую теорию объявляют маргинальной, бичуют и высмеивают – до тех пор, пока становится невозможным игнорировать заложенные в неё здравые идеи. Тот факт,



Демонстрационная водогрейная установка SunCell с окном для наблюдения за процессом кипения

что научное сообщество пока не принимает стройные и хорошо подтверждающиеся практикой труды Миллса, говорит об опасениях учёных потерять почву под ногами, лишившись догм современной физики.

Миллс проработал и вложил в программное обеспечение методики, по которым определяются параметры сложных молекул: углы между направлениями валентных связей, их длины и энергии. Полученные расчётным путём формы молекул хорошо согласуются с экспериментально наблюдаемыми. Во втором томе GUT-CP приведено множество примеров.

ВОДОРОД, ОТДАЙ ЭНЕРГИЮ!

В приложении к энергетике теория GUT-CP имеет значение, которое невозможно переоценить. Созданные Миллсом модели атома и свободного электрона привели учёного к открытию, что должны существовать необычные состояния водорода, до сих пор не обнаруженные современной физикой и хи-

мией (несмотря на множество странных свидетельств), в которых электронная оболочка находится ближе к ядру, чем допускает общепринятая теория.

Предсказав необычные состояния водорода и назвав их «гидрино», Миллс потратил несколько десятилетий, чтобы сначала получить такой водород, а затем подробно изучить его свойства. В конце концов Миллс осознал, что при переводе в новое состояние водород может давать полезную энергию.

В процессе превращения H_2 в гидрино вида $\text{H}_2(1/4)$ выделяются тепло и экстремальное ультрафиолетовое излучение. Количество энергии многократно превышает то, что высвобождается при сжигании водорода. И хотя по энерговыделению эта химическая реакция не дотягивает до ядерного синтеза, она не требует сложнейшего и крайне дорогостоящего оборудования. Ведь не секрет, что разрабатываемые сегодня токамаки, стеллараторы и лазерные установки для зажигания термоядерной реакции уже съели десятки миллиардов долларов, и неизвестно, сколько ещё потребуют.

Молекула гидрино состоит из двух атомов и имеет даже меньший размер, чем молекула гелия, используемого для наполнения воздушных шаров. Не удивительно, что гидриновый газ, как и гелий, поднимается вверх через атмосферу и уходит в космос.

СОЛНЕЧНЫЕ ЯЧЕЙКИ

«Энерговектор» уже рассказывал о малых тепло- и электрогенерирующих установках SunCell («Солнечные ячейки») компании Brilliant Light Power. Первые предназначены для генерации пара, нагрева воды и других теплоносителей. Тепловые генераторы SunCell мощностью 100–200 кВт уже прошли испытания и готовятся к производству.

Электрические генераторы SunCell ещё не готовы из-за задержек с поставкой фотоэлементов, способных выдерживать освещённость, в тысячу раз превышающую солнечную. В принципе можно, не дожидаясь выпуска таких фотоэлементов, идти старым проторённым путём – соединить парогенератор и турбоагрегат. КПД снизится, стоимость оборудования и затраты на его обслуживание вырастут, но овчинка всё равно стоит выделки: при преобразовании водорода в гидрино выделяется в сто – двести (в зависимости от вида получаемого гидрино) раз больше энергии, чем при сжигании того же количества водорода. На вход агрегата будет подаваться водород или вода, а в трубу – выбрасываться инертное гидрино.

Иван РОГОЖКИН

Три электронных пробника

Как с пользой задействовать миниатюрный цифровой вольтметр

Сегодня в распоряжении электронщиков – любителей что-нибудь смастерить на досуге имеется огромное количество разнообразных готовых узлов, которые упрощают и ускоряют дело. Твори – не хоч. Продаются, например, импульсные преобразователи напряжения, датчики, интерфейсные схемы, головки цифровых измерительных приборов: вольтметров, амперметров, частотомеров. И когда один из таких узлов выходит из строя, его можно разобрать на детали или переделать во что-либо другое.

В ходе экспериментов у нас отказал повышающий импульсный преобразователь напряжения на микросхеме XL6009. Она сгорела, а имеющийся на плате трёхрядный цифровой вольтметр с кнопочным переключателем входов уцелел. Мы удалили с платы микросхему XL6009, дроссель, подстроечный резистор и электролитический конденсатор (рис. 1), после чего стали искать способы применения «калеки». Варианты нашлись, причём не один.

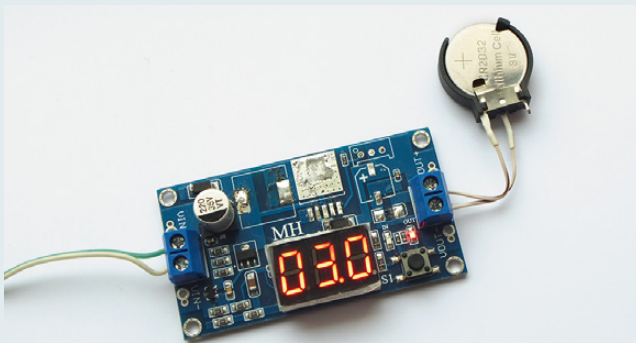


Рис. 1. Не выбрасывайте сгоревший импульсный преобразователь. Удалите с платы микросхему, дроссель, подстроечный резистор и выходной электролитический конденсатор. Проверьте, насколько точно работает вольтметр.

Подав тестовое напряжение на бывший выход платы, который теперь служит входом, мы убедились, что вольтметр измеряет напряжение с приемлемой погрешностью. Первым делом в голову пришла идея применить его в солнечной установке на даче, ведь всегда полезно знать, какое напряжение поступает с солнечной панели и до какого уровня заряжен аккумулятор.

Вторая идея – построить пробник для проверки полевых транзисторов с изолированным затвором и индуцированным каналом *n*-типа. Именно такие приборы чаще всего применяются в импульсных преобразователях напряжения. Если подключить исток транзистора к линии питания -12 В, сток через токоограничивающий резистор и светодиод подсоединить к линии $+12$ В, а на затвор подать регулируемое напряжение с переменного резистора (рис. 2), можно будет, вращая рукоятку этого резистора, помимо проверки работоспособности транзистора определять его пороговое напряжение по

показанию вольтметра в момент загорания светодиода. Для питания пробника предлагаем использовать 12-вольтовый адаптер от точки доступа Wi-Fi. Если вы собираетесь проверять низковольтные модели, которые могут не выдержать напряжения 12 В между затвором и истоком, добавьте резистор на несколько сотен ом между затвором транзистора и входом вольтметра.

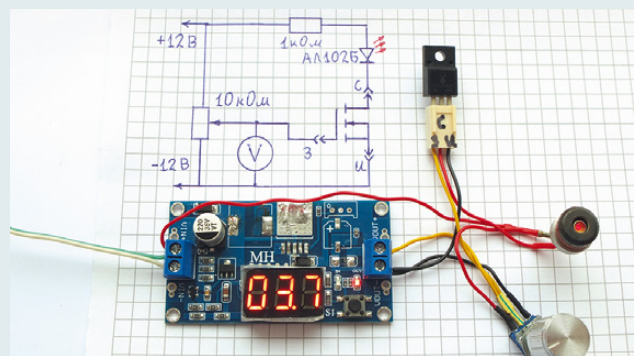


Рис. 2. Соберите пробник. Дополните плату переменным резистором 5 или 10 кОм и разъёмом для подключения транзисторов *n*-МОП. В цепь стока включите светодиод с токоограничивающим резистором 1 кОм. Испытайте устройство.

В пробнике мы применили старый добрый отечественный светодиод АЛ102Б в металлостеклянном корпусе, сохранившийся с советских времён. Не для ностальгии: в отличие от современных индикаторных светодиодов, которые довольно ярко горят при токе в 2–5 мА, АЛ102Б требует тока в 10–15 мА, лучше подходящего для проверки МОП-ключей. Для подсоединения транзисторов в широко распространённых пластмассовых корпусах ТО-220 мы взяли разъём от стандартного компьютерного вентилятора.

Стоит отметить, что некоторые встраиваемые цифровые вольтметры не способны измерять напряжение менее половины вольта. Когда сигнал на входе опускается ниже этого уровня, индикатор показывает нули.

Если вы собираетесь тестировать не только *n*-канальные, но и *p*-канальные МОП-транзисторы, вам нужно будет изменить схему пробника (рис. 3). Во-первых, замените одинарный переменный резистор на двоянный с шестью выводами (бывают пятивыводные модификации, у которых один контакт общий), обязательно с линейной характеристикой (зависимостью сопротивления от угла поворота рукоятки); логарифмическая характеристика, используемая в некоторых регуляторах громкости, здесь не подойдёт. Схема симметрична, поэтому напряжения на затворах обоих транзисторов будут примерно одинаковыми. При этом резисторы R2.1 и R2.2 должны быть включены в противоположной полярности.

Между прочим, предложенная схема позволяет тестировать транзисторы *n*-МОП и *p*-МОП одновременно, что оценят мастера, которые подбирают комбинированные пары транзисторов для звуковых усилителей.

Третья наша идея касается проверки различных элементов питания – солевых, щелочных, металлгидридных, ионнолитиевых... Одного замера напряжения здесь мало. Нужно оце-

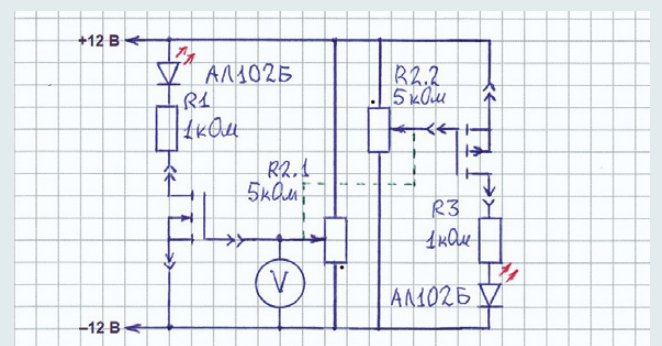


Рис. 3. Для проверки полевых транзисторов *p*-МОП соберите эту схему. Сдвоенный переменный резистор R2 должен иметь линейную характеристику. Используйте одинаковые светодиоды и одинаковые резисторы R1 и R3.

нить внутреннее сопротивление батареи, от которого зависит её способность выдать в нагрузку необходимый ток. Для этого предлагаем читателю смотреть, насколько напряжение холостого хода просаживается при подсоединении нагрузки.

Для изготовления пробника батареек (рис. 4) плату вольтметра нужно дополнить кнопкой, при нажатии на которую к батарейке будет подключаться нагрузочный резистор, скажем, на 10 Ом, 100 Ом или 1 кОм. По снижению напряжения в момент нажатия на кнопку вы сможете определить, выдержит ли батарея требуемую нагрузку.

Поскольку элементы питания могут быть разными, стоит воспользоваться клеммной колодкой, к которой можно быстро подключать разные батарейные отсеки и разные нагрузочные резисторы. Мы взяли пружинные клеммы от звукового усилителя.

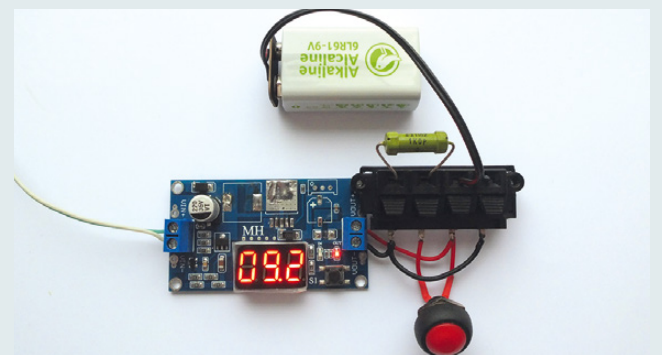
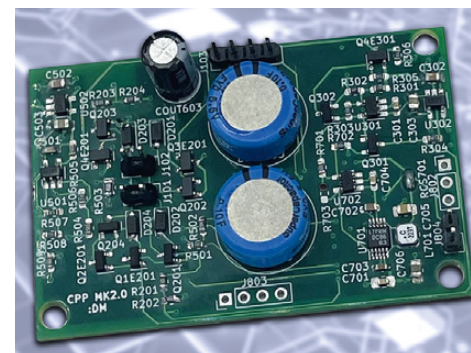
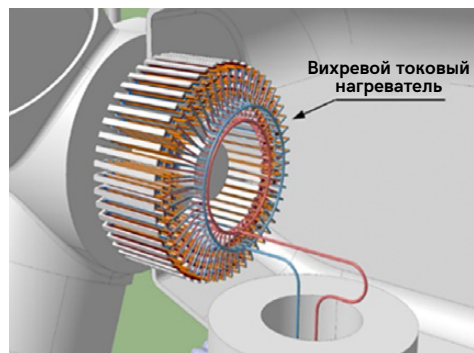


Рис. 4. Для проверки батарей на холостом ходу и под нагрузкой используйте нагрузочный резистор, подключаемый нажатием кнопки. Воспользуйтесь клеммной колодкой, заготовьте разные батарейные отсеки и разъёмы.

Конечно, описанные в статье идеи можно реализовать с помощью головки цифрового вольтметра – не обязательно дожидаться, когда сгорит импульсный преобразователь напряжения с LED-индикатором. ЭВ



ВЕТРОВЫЕ КОТЛЫ

В Технологическом институте Карлсруэ (Германия) предложена концепция ветровой генерации для непрерывного тепло- и электроснабжения потребителей.

Чтобы свести к минимуму число этапов преобразования энергии и обеспечить её эффективное накопление, на ветроустановках размещаются нагреватели. Переменное магнитное поле создаёт вихревые токи в жидком металле или в другой проводящей жидкости, разогревая её до высокой температуры. Ветроустановки соединены трубопроводами с баком – накопителем тепла, а тот через теплообменник передаёт энергию турбине, работающей в цикле Брайтона. Поскольку тепловые ветряки нужно будет размещать как можно ближе друг к другу, для реализации концепции потребуются территории с очень хорошим ветропотенциалом.

ЧИСТЫЙ СЛАНЕЦ

На электростанции эстонской компании VKG Energia эксплуатируется оригинальный котёл E-135-3,2-420ДГ, спроектированный и изготовленный ООО «Белэнергомаш-БЗЭМ». Котёл – барабанный, двухходовой, сомкнутой компоновки, газоплотный – рассчитан на производство 135 тонн в час пара с давлением 3,2 МПа и температурой 420 °С. Используется с 2017 года для сжигания газов сланцепереработки, в которых объёмная доля водорода может достигать до 17%.

Для соблюдения европейских нормативов по концентрациям NO_x в дымовых газах Всероссийский теплотехнический институт и эстонская компания ENTEH Engineering разработали специальные конструктивные решения. Благодаря уменьшению объёмного теплонапряжения топки, применению специальных горелок, организации ступенчатого сжигания топлива и рециркуляции дымовых газов разработчики смогли обеспечить устойчивое горение топлива во всём рабочем диапазоне котла с концентрацией оксидов азота в дымовых газах менее 100 мг/м³. Химический недожог практически отсутствует.

Для оценки предельных возможностей горелок и технологии сжигания недавно были проведены дополнительные испытания котла. Найдены режимы, в которых концентрация NO_x в дымовых газах более чем в два раза ниже значений, заданных европейскими нормами.

ЛЮБИТЕЛЬ ПОЗАГОРАТЬ

Калифорнийская компания Jackery на недавно прошедшей международной выставке потребительской электроники CES 2024 представила концепт роботизированной солнечной электростанции Mars Bot. Четырёхколесный робот с раздвижными солнечными панелями на наклоняемой консоли будет автоматически отслеживать положение солнца на небе, выбирая место с наилучшей освещённостью на территории со сложным рельефом и избегая попадания в тень.

Робот имеет ударопрочный, водо- и пыленепроницаемый корпус из алюминиевого сплава. Суммарная выходная мощность панелей в развернутом состоянии составляет 600 Вт, предусматриваются встроенная батарея ёмкостью пять киловатт-часов и набор розеток для подключения потребителей энергии. Когда будет готов работоспособный прототип, компания не сообщает.

ВЫТОЧИТЬ НА КОЛЕНКЕ

В Окриджской национальной лаборатории (ORNL) при Минэнерго США с участием промышленных партнёров дуговым наплавлением металла на 3D-принтере успешно произведена крупная лопатка для паровой турбины. Изначально проект предусматривал восстановление рабочих поверхностей лопаток, но был расширен. Как оказалось, технология помогает исключить дорогое малотиражное литьё и обработку крупных заготовок (массой 50 кг и выше), что американцам приходится заказывать за рубежом.

«Изначально мы собирались наплавлять лишь четверть верхней части лопатки, – рассказал эксперт из компании Siemens Technology Ананд Кулкарни. – Но оценив потенциал установки, собранной в ORNL, решили, что сможем изготовить всю деталь целиком за один сеанс. Возможность сканировать образец по мере его печати позволила нам оптимизировать алгоритм для ускорения процесса».

3D-печать заготовки заняла двенадцать часов, а последующая её обработка – две недели, в то время как заказ на стороне выполнялся бы семь-девять месяцев. «Мы внимательно исследуем механические свойства лопатки, – объяснил Кулкарни. – Понимаем, что деталь, благодаря которой турбина способна доработать до планового капремонта, не обязательно должна быть идентична оригиналу».

БУДЕМ ШТАМПОВАТЬ

Британская компания Bramble Energy продемонстрировала водородный топливный элемент (ТЭ) для прогулочных судов, курсирующих по узким (семифутовым) каналам. Интересно, что он изготовлен с использованием технологий производства печатных плат.

Компания намеревается снизить удельную стоимость ТЭ с тысячи до ста долларов за киловатт мощности при организации их массового производства. В мембранно-электродном блоке Bramble Energy почти все детали, включая биполярные пластины, представляют собой специально сконструированные и обработанные печатные платы. А поскольку оборудование для производства электроники практически доведено до совершенства, оно позволит кардинально снизить издержки.

ВДРУГ БУРЯ?

В Окриджской национальной лаборатории (США) и Центре устойчивых магистральных электросетей Университета Теннесси идёт программа по оценке воздействия сильных геомагнитных бурь и высотных ядерных взрывов на работу электростанций и электрических сетей. Учёные отмечают, что современное электронное оборудование, основанное на полупроводниках, низковольтное, а потому уязвимо перед мощными электромагнитными импульсами. Среди электростанций разных видов самыми критичными считаются гидроэлектрические, поскольку именно они используются для начального запуска энергосистемы после обширных блэкаутов.

Для подобных исследований можно создать компьютерную модель, но без реальных экспериментов с электромагнитными импульсами невозможно определить, насколько она точна. Учёные выходят из положения с помощью радиоволн от сотовых и телевизионных сетей. Измеряя мощности электромагнитных излучений внутри и вне зданий, вычисляют экранирующую способность различных конструктивных материалов. Помимо этого пробуют имитировать наводки, вводя сигналы в силовые и управляющие цепи инверторов, программируемых логических контроллеров и синхрофазовых изоляторов. Между тем энергетическая компания зачастую не признаёт необходимость ограничивать импульсы напряжений в низковольтных цепях.

ПОЛЕВОЕ ПИТАНИЕ

В Массачусетском технологическом институте создано устройство для питания датчиков интернета вещей энергией магнитных полей. Новинка представляет собой электронную плату и кольцевой магнитопровод с обмоткой, которым можно, как токовыми клещами, охватить кабель силовой сети, шину для питания электродвигателя или другого энергопотребляющего устройства.

Схема на плате содержит преобразователь напряжения, накопительные конденсаторы и элементы защиты. Магнитопровод для простоты установки разделён на две разъёмные части.

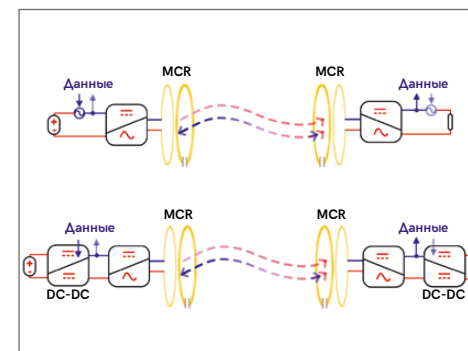
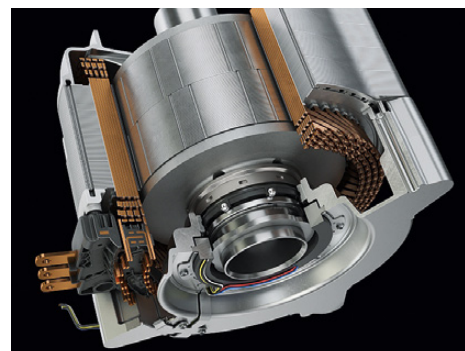
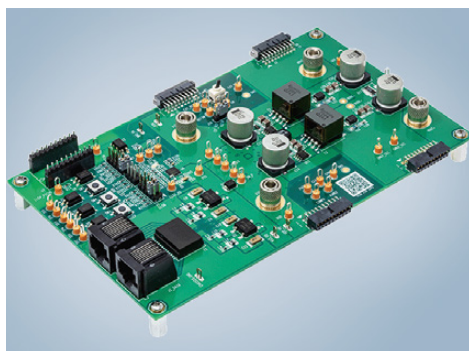
По замыслу инженеров института устройство должно быть долговечным и необслуживаемым. Его будет удобно использовать, например, в тех частях машинного зала, куда затруднён доступ человека. Прототип преобразователя оснащён двумя накопительными конденсаторами по 0,1 фарады.

БОЛЬШЕ ВОДОРОДА!

Сотрудники Института проблем химической физики РАН и существующего при нём Центра компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии показали, как можно повысить выход водорода из боргидрида натрия. Новый метод может найти применение в портативных устройствах, робототехнике и беспилотных летательных аппаратах.

«Мы предложили способ существенно повысить выход водорода при гидролизе боргидрида натрия за счёт взаимодействия последнего с одним из продуктов реакции – тетрагидроксиметаборатом натрия. Массовый выход водорода получился на 13% выше, чем лучший результат из ранее представленных в литературе для аналогичных условий», – прокомментировал автор научной статьи Михаил Соловьёв.

Проблему хранения и транспортировки водорода можно решать путём связывания его в химические соединения, среди которых наиболее перспективны вещества с гидридным типом связи. Самое распространённое из них – боргидрид натрия, содержащий 10,6% H₂ (по массе). Обычно водород извлекают из боргидрида при его взаимодействии с водой с образованием тетрагидроксобората натрия. Оказалось, что с помощью катализатора последний тоже можно пустить на получение водорода.



ДРУЖНО НАВАЛИМСЯ!

Обратноходовые импульсные преобразователи напряжения до сих пор были ограничены максимальной мощностью в 100 Вт (предел – 200 Вт при резком увеличении размеров трансформатора). Компания Analog Devices выпустила микросхему двухфазного регулятора MAX15159. На её основе можно собрать двухфазный преобразователь на 200 Вт, а если добавить ещё одну такую же микросхему, – то трёхфазный на 300 Вт или четырёхфазный на 400 Вт. Для каждой фазы используется свой небольшой трансформатор.

Устройство обходится без оптопары. Рабочую частоту можно задать в диапазоне от 120 кГц до 1 МГц. Многофазная схема отличается низким уровнем шума и электромагнитных излучений. Параллельно работающие каналы сдвинуты по фазе, а потому забирают энергию из источника поочередно.

ДОБАВЬТЕ ИНДИЯ

В Инженерном колледже при Корнеллском университете (штат Нью-Йорк) обнаружен способ исключить рост дендритов в литий-металлических аккумуляторах (ионолитиевые аккумуляторы, в которых вместо графита на аноде используется чистый металл).

Исследователи под руководством декана колледжа Линдена Арчера занимались ускорением процесса заряда и обнаружили, что при использовании в аноде сплава лития и индия батарея не только очень быстро заряжается, но и становится безопасной благодаря тому, что в этом случае дендриты не растут. Но остаётся проблема: будучи тяжёлым металлом, индий заметно увеличит массу аккумулятора.

ТЯГА К СОЛНЦУ

Учёные из Корейского института науки и технологий (Korea Advanced Institute of Science and Technology, KAIST) разработали органический солнечный элемент с эффективностью до 19%, который можно растягивать на величину до 40%. При растяжении КПД элемента падает, поскольку площадь поверхности твёрдых фотопреобразователей остаётся прежней, а площадь окружающего их эластичного проводящего полимера увеличивается.

ПЛАВУЧИЕ ПОДСТАНЦИИ

Сертификационное общество DNV завершило первую фазу проекта по созданию стандарта на плавучие электрические подстанции для морских ветропарков. Такие подстанции собирают энергию с отдельных ветровых турбин, преобразуют напряжение и передают его на берег по подводному кабелю. В проекте помимо DNV участвуют 38 инжиниринговых, энергетических, сетевых и электротехнических компаний и поставщиков компонентов.

Ранее DNV с помощью предприятий ветровой индустрии составило стандарт DNV-ST-0145 морских подстанций, устанавливаемых на донные опоры. В новой спецификации будут учтены отдельные требования к гибкости и подвижности высоковольтных кабелей и к электротехническим системам, способным выдерживать постоянное волнение. В спецификации отмечено, что системы переменного тока на сегодня отработаны лучше, чем системы постоянного тока.

ГДЕ ТУШИТЬ СВЕТ?

В Тихоокеанской Северо-Западной национальной лаборатории (PNNL) при Минэнерго США проведено исследование погодных явлений, когда одновременно нет ни солнца, ни ветра, – так называемых «энергозасух». Учёные отобрали регионы США, где сегодня сконцентрированы солнечные и ветровые электростанции, и проанализировали для них погодные закономерности за последние сорок лет. Учитывали скорость ветра на высоте, характерной для лопастей ветровых турбин, и инсоляцию.

Выяснилось, что неблагоприятные для возобновляемой энергетики условия во время пиков потребления энергии случаются чаще, чем предписывает теория вероятностей. При этом по разным регионам картина разная. Например, в Калифорнии облачная безветренная погода может сохраняться несколько дней (до шести), а в Техасе – несколько часов, но бывали и случаи, когда она длилась полтора суток. Штаты Юта, Колорадо и Канзас часто испытывают «энергозасухи», измеряемые как часами, так и днями. На севере обоих побережий США кратковременные «энергозасухи» намного более вероятны, чем длительные.

Полученная информация поможет энергорегуляторам и сетевым компаниям планировать строительство сетей и накопителей энергии.

ЕЩЁ ПОКРУТЯТСЯ!

В НИИ производственных технологий и автоматизации Общества имени Фраунгофера (Fraunhofer IPA) запущен проект REASSERT по разработке концепций переработки и повторного использования электромобильных двигателей.

Сегодня отслужившие своё электродвигатели подвергаются вторичной переработке для извлечения меди, алюминия и других материалов. После частичной разборки двигатели превращаются в металлическую крошку, металлы сортируются и поступают на переплавку. Из-за загрязнений качество переработанных материалов получается не настолько высоким, чтобы они были пригодны для производства новых двигателей.

Учёные из Fraunhofer IPA вместе с коллегами из Технологического института Карлсруэ и промышленными партнёрами создадут конструкцию и прототип легко разбираемого двигателя, который можно будет обновлять по частям и повторно использовать либо пускать в переработку для извлечения чистых металлов.

Предполагается создание оснастки и производственного процесса, который будет включать в себя разборку, размагничивание, очистку, диагностику и частичную замену компонентов, повторную сборку и тестирование изделия с измерением его характеристик.

СПЛАВ Cu – Gr

Учёные из Тихоокеанской Северо-Западной национальной лаборатории создали медно-графеновые композиты с пониженным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС) и повышенной проводимостью. Используя патентованный производственный процесс ShAPE, они изготовили провода диаметром 1,5 мм и длиной от 250 до 600 мм. Графен, полученный методом химического осаждения из газовой фазы, был добавлен в медный сплав C11000 в количестве восемнадцати частей на миллион.

В сравнении с проводами из обычного сплава C11000 новый композит имеет сниженный на 11% ТКС и повышенную на 0,4% проводимость. Специальный производственный процесс требуется потому, что литьё приводит к разделению меди и углерода, а порошковое спекание оставляет поры и неравномерно распределённые графеновые включения. Лучше всего задача решается методами экструзии.

ЭНЕРГИЧНЫЕ ПОСЫЛЫ

В Чжэцзянском университете создана оригинальная схема одновременной беспроводной передачи энергии и информации, удобная для построения электроразрядных систем. Китайские учёные и инженеры нашли способ модулировать постоянный ток на преобразователе напряжения, включённом перед инвертором, с использованием боковой полосы частот. На приёмном конце демодулятор сигнала подключён после выпрямителя. Раньше задача решалась с помощью отдельного радиоканала.

Технология опробована при магнитно-резонансной (MCR) передаче мощности 45 Вт на частоте 6,78 МГц на расстоянии в один метр с эффективностью 62% и полудуплексной связью со скоростью 60 кбит/с. Важно, что передача информации не влияет на передачу энергии.

КРИСТАЛЛ ДОЛГОЛЕТИЯ

В Тихоокеанской Северо-Западной национальной лаборатории (PNNL) найден способ продлить жизнь ионолитиевых аккумуляторов рецептуры NMC (никель-марганец-кобальт, например $\text{LiNi}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$). Наибольший интерес для применения в электромобилях имеет смесь NMC811, в которой восьмёрка обозначает долю никеля в 80%.

Металлические оксиды на катодах NMC-аккумуляторов под микроскопом выглядят как неровная комковатая структура. Проблема в том, что в процессе многократной зарядки и разрядки батарей эта структура распадается на кристаллы, которые теряют контакт между собой, в результате чего ёмкость аккумулятора резко снижается.

Решить проблему можно переходом к монокристаллу, не имеющему крупинки и границ между ними. Легко сказать, да трудно сделать: для массового производства катодного вещества предпочтительны недорогие технологии.

Обычно на фабриках смешивают прекурсор в виде гидроксида металлов с литиевой солью, после чего нагревают смесь. Специалисты PNNL добавили операцию предварительного нагрева прекурсора, которая меняет структуру и химические свойства гидроксидов металлов. Когда они реагируют с литиевой солью, возникает гладкая равномерная структура. Первый прототип батареи отработал тысячу циклов зарядки-разрядки, сохранив структуру катода. Э

ГИПЕР- НОВИЗНА

СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ – ЭТО ЛИШЬ ПЕРВАЯ ЛАСТОЧКА

Научно-исследовательская компания Terra Quantum недавно опубликовала в журнале *Advanced Quantum Technologies* удивительное сообщение о том, что обнаружена сверхпроводимость при комнатной температуре в графите.

Сверхпроводимость, то есть способность материалов проводить электрический ток без потерь энергии, изначально была открыта голландским физиком Хайке Каммерлинг-Оннесом в 1911 году. Он наблюдал, как в жидком гелии электрическое сопротивление ртути (при температуре кипения гелия 4,2 К она находится в твёрдом состоянии) упало до нуля. Каммерлинг-Оннес немедленно уведомил о своей находке Королевскую академию наук и искусств Нидерландов, а впоследствии получил за неё Нобелевскую премию по физике.

Теоретическое объяснение явления задержалось на десятки лет, но с самого начала было понятно, что сверхпроводимость имеет огромное значение для энергетики и ряда других отраслей, в первую очередь высокотехнологичных.

В 1933 году был открыт эффект Мейснера – полное вытеснение магнитного поля из объёма проводника при его переходе в сверхпроводящее состояние. В те времена зарождалась квантовая физика (сегодня переживающая экзистенциальный кризис), и именно с особыми квантовыми состояниями электрона учёные связывали сверхпроводимость. Созданные квантовыми физиками модели говорили о том, что при температурах выше 20 К сверхпроводимость маловероятна, а потому не могли предвосхитить открытие высокотемпературной (выше 77 К) сверхпроводимости, которое произошло в 1986 году. И сегодня квантовая физика зашла бы в тупик с объяснением сверхпроводимости при комнатной температуре, если бы не нашлись «спасатели»: главный технолог компании Terra Quantum Валерий Винокур, доктор физики из Перуджинского университета Мария Кристина Диамантини, руководитель компании SwissScientific Technologies Карло Тругенбергер и другие авторы упомянутой статьи.

БЛЕСТЯЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

«После того, как было обнаружено явление сверхпроводимости ртути, человечество более ста лет ждало нашего экспериментального открытия», – отметил Валерий Винокур. «Находка, сделанная нашей научной командой с помощью партнёров из академических институтов и производственных компаний, открывает возможности для впечатляющего развития технологий. Сверхпроводимость при комнатной температуре катализирует трансформацию целых отраслей, – заявил основатель и руководитель компании Terra Quantum Маркус Пфлитш. – Представьте линии электропередачи без потерь, совершающие революцию в энергосетях. В здравоохранении появятся установки для магнитно-резонансной томографии, обеспечивающие беспрецедентную точность диагностики. Транспортный сектор преобразится благодаря энергоэффективным скоростным левитирующим поездам. Электроника вступит в новую эру миниатюризации и повышения энергоэффективности».

Сверхпроводимость при комнатной температуре была обнаружена в высокоориентированном пиролитическом графите. Группа исследователей из Университета Кампинаса (Бразилия) под руководством профессора Якова Копелевича использовала скотч для разделения графита на тончайшие листки. Они имеют специфический дефект – плотный ряд параллельных складок («морщинок»). В этой структуре обнаружилась сверхпроводимость в направлении вдоль складок.

«Одномерная» сверхпроводимость была объяснена исследователями с помощью квантовой теории. Флуктуации механического напряжения в складках можно представить как поля топологической сборки, которые заставляют электроны притягиваться и объединяться в пары с образованием капелек бозе-конденсата внутри «морщинок».

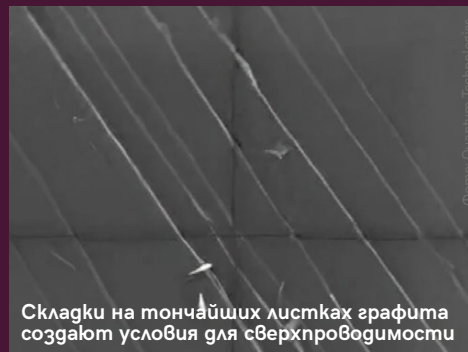
Благодаря крайне малым размерам капелек электронные пары обретают стабильное основное состояние. На поверхности графита капельки образуют решётку джозефсоновских переходов, которая фиксирует металлическое состояние конденсата Бозе. Не будем дальше углубляться в подробности – пытливым читателем найдёт их в научной ра-

боте, ссылку на которую мы привели в начале статьи.

КАЖДОМУ – СВОЯ ПРАВДА

Сегодня в научном мире идёт невидимая война за умы, о чём за пределами академических институтов мало кто знает. Война разворачивается вокруг вопроса: «Нужно ли считать истиной то, что говорит общепризнанная научная парадигма, или следует доверять собственному опыту и интуиции, рисуя другую картину?» Ставки в этой войне нешуточные. Мои друзья из академической среды рассказывают о коллегах, которые поклялись, что унесут с собой в могилу уникальные открытия и опыт, но ни за что не поделятся ими с руководителями исследовательских институтов. Веское утверждение, не так ли?

За последние десятилетия система организации научных исследований сильно деградировала. Она основана на широко распространённом, но ошибочном предположении, что существует лишь один правильный спо-



Складки на тончайших листках графита создают условия для сверхпроводимости

соб интерпретировать явления, дающий лишь одно правильное заключение – научную истину. Если вы подписываетесь под подобным утверждением, значит, вы отвергаете присущее природе свойство бесконечного разнообразия и ограничиваете самого себя в творческом исследовании и самовыражении. Общество, жёстко придерживающееся такого подхода, подавляет свою способность выживать и процветать.

За примерами далеко ходить не нужно – можно взять набившее оскомину глобаль-

ное потепление. Организация научного познания в этой сфере превратилась в средство усиления контроля и управления, в постоянное «закручивание гаек». И уже не первый год мы слышим заявления, что государства и бизнес прикладывают недостаточно усилий для того, чтобы предотвратить катастрофическое для планеты потепление. Психологическое давление нарастает, лишая людей веры в свои силы и возможности.

Меняя собственное состояние сознания, человек меняет свойства окружающей его реальности. Яркий тому пример – хождение по горящим углям (смотрите, щёлкнув здесь). Прежде чем войти в кострище, люди проходят специальные ритуалы для изменения сознания – дышат особым образом, мысленно сливаются со стихией огня, поют мантры... Вместе с состоянием сознания меняются и законы физики – угли перестают обжигать голые ступни. Среди тибетских монахов практикуется сушка мокрых простыней на собственном теле в мороз. Монахи говорят, что в этот момент им жарко. Видимо, они на время переносятся в реальность, где совсем другой климат. И я не удивлюсь, если окажется, что климатический вопрос можно решить общим усилием человечества по изменению господствующего на планете отношения к этому вопросу. Однако мы отвлеклись от темы.

ОТКРЫТИЯ НА ПОДХОДЕ

Творчество как таковое тоже предполагает изменённое сознание, недаром принято говорить «прилетела муза». Организация, запрещающая учёным искать индивидуальные научные истины, фактически не позволяет своим сотрудникам расширять способности управлять собственным сознанием, как следствие – творить и делать нашу жизнь лучше.

Когда в скрытой войне за умы настоящему творческие учёные победят законсервированную административную систему, обнаружится множество удивительных открытий, которые уже сделаны, но ещё не увидели свет как не пишывающиеся в господствующую научную парадигму. Наступит эпоха гиперновизны.

Виктор САННИКОВ

ЖИДКИЕ ЭЛЕКТРОДЫ

Прорывная инновация в сфере накопления энергии



КОРПОРАТИВНАЯ ГАЗЕТА
ОРГАНИЗАЦИЙ БИЗНЕС-СЕКТОРА
«ЭЛЕКТРОЭНЕРGETИКА»
ПАО «ЛУКОЙЛ»

Главный редактор
Иван Рогожкин

Консультант
Людмила Зимина

Обозреватели
Павел Безруких
Мария Суханова

Над выпуском работали
Наталья Боговянская
Максим Родионов
Мария Хомутская

Фото
Александр Поляков
Виталий Савельев

Отдел рекламы
E-MAIL:
WELCOME@ENERGOVECTOR.COM

Редакция
Телефон: +7 (916) 422-95-19
Web-site:
WWW.ENERGOVECTOR.COM
E-MAIL:
EVECTOR@ENERGOVECTOR.COM

Ежемесячное издание
Регистрационный номер
ПИ № ФС77-46147
Издаётся с сентября 2011 г.
12+

Подписано в печать
8.2.2024 г.

Редакция не несёт
ответственности
за достоверность информации,
содержащейся в рекламных
объявлениях

Мнения авторов статей
не всегда отражают позиции
редакции

При перепечатке ссылка
на газету «ЭнергоВектор»
обязательна

Дизайн-макет:
Максим Родионов

Фотография на первой полосе:
Александр Панов,
ООО «Кольская ВЭС»

Компания Ambri из американского штата Массачусетс создаёт стационарные промышленные накопители энергии, используя инновационные химические процессы, которые протекают при высоких температурах в жидких металлах и расплавленных солях. Впрочем, новинкой процессы эти можно считать, строго говоря, лишь в индустрии накопителей энергии; в электрометаллургии они используются давно. «ЭнергоВектор» уже рассказывал читателям историю изобретения, а теперь спешит сообщить о новых достижениях и планах Ambri.

Компания заявляет, что её жидкометаллическая батарея (ЖМБ) станет идеальным решением для электроэнергетики, поскольку будет способна в суточном цикле работать по двадцать лет без заметной деградации характеристик. Новинку удобно применять для сдвига времени производства и потребления, или, другими словами, для сглаживания пиков. Здесь классический пример – солнечные электростанции, которые в большом количестве вырабатывают энергию днём, а к вечернему пику спроса на электроэнергию уже отключаются. Другой вариант применения ЖМБ – оказание системных услуг по регулированию частоты в энергосети.

Батареи Ambri не склонны к возгоранию и построены на основе широко распространённых в природе недорогих элементов. Согласно расчётам, удельные капитальные и операционные затраты будут на четверть меньше, чем в случае ионнолитиевых аккумуляторных систем.

Инновационные аккумуляторы работают при высоких внутренних температурах, поэтому перед запуском в работу их необходимо разогреть, а во время эксплуатации их желательно циклировать на полную катушку. В этом случае вы получите высокий КПД цикла.

Жидкометаллический элемент имеет герметизированный корпус из нержавеющей стали. Внутренности заполнены электродными веществами и солью. Оптимальная рабочая температура 485–525 °С. В отличие от гидроаккумулирующих станций и проточных электрохимических батарей ЖМБ способна моментально переходить от заряда к разряду и наоборот.

В качестве отрицательного электрода в ЖМБ используется расплавленный кальциевый сплав, в качестве положительного – расплавленный сплав сурьмы. Сплавы вместо чистых металлов применены для того, чтобы снизить температуру плавления материалов. Кальций – лёгкий элемент, поэтому в расплаве он находится наверху, а сурьма как тяжёлый полуметалл – внизу. Между электродами находится электролит в виде расплавленной соли, в которой основная составляющая – CaCl₂. Вся структура разделяется на слои благодаря разной плотности элементов, так что никаких специальных разделительных мембран не нужно.

И хотя кальций в соли не растворим, его ионы в соль проникают, когда аккумулятор разряжается. При этом высвободившиеся электроны идут по внешней цепи, а слой кальциевого сплава постепенно утончается (рис. 1). Пройдя через электролит, ионы кальция соединяются



Рис. 1. Огненножидкометаллический элемент

с ионами сурьмы, образуя жидкий антимонид кальция. Нижний слой становится толще.

При зарядке жидкометаллического аккумулятора идёт процесс электрического рафинирования кальция. Металл восстанавливается из соеди-

нения с сурьмой и всплывает наверх. Батарея возвращается в исходное состояние. Напряжение на ячейке в заряженном состоянии доходит до 1,3 В, а в разряженном – снижается до 0,6 В. Газы в батареях Ambri не образуются даже в случае короткого замыкания, полной разрядки или чрезмерной зарядки элемента.

В жидком состоянии электроды не образуют дендриты, не могут трескаться (читай: терять электрический контакт) и быстро восстанавливают свою форму, если батарею потревожить, например, раскатать или уронить. Любопытно, что в течение первой тысячи циклов ёмкость элемента даже немного увеличивается, а под конец двадцатилетнего жизненного срока, согласно расчётам, снизится не более чем на 5%.

В 2022 году компания Ambri поставила пилотную систему накопления энергии в контейнере (рис. 2) в центр обработки данных Microsoft.



Рис. 2. Тестовая контейнерная система, поставленная корпорации Microsoft

Корпорация Microsoft заказала накопитель Ambri, чтобы оценить возможность полностью избавиться от резервных дизельных генераторов в схемах энергоснабжения.

В первом квартале 2024-го должен быть выпущен пилотный накопитель второго поколения, также смонтированный в транспортном контейнере. К середине года планируется завершить строительство в штате Массачусетс производственной линии, на которой будут производиться пилотные накопители уже третьего поколения. Полноценное сборочное предприятие будет строиться в 2025-м в США, чтобы потом быть тиражи-

рованным в других странах. Технология производства несложная, все процессы проходят при обычных температурах. Электродные вещества и соль в твёрдом виде химически пассивны, поэтому специальных мер безопасности на заводе принимать не придётся.

Давайте посмотрим, как устроен «пилот» второго поколения. В контейнере ячейки ЖМБ установлены на полках плотными рядами и электрически соединены друг с другом. Стенки контейнера изнутри покрыты теплоизолирующим материалом. Перед запуском батареи в работу весь контейнер прогревается с помощью встроенного электронагревателя. Если накопитель будет циклироваться без больших перерывов (хотя бы раз в два дня), температура внутри контейнера будет поддерживаться за счёт тепловыделения при зарядке и разрядке ячеек, так что дополнительный подогрев не потребуются.

Вне теплоизолирующей оболочки с одного торца контейнера на электронных платах размещаются схемы балансировки ячеек и контроллер управления всей батареей. Эти платы при необходимости можно заменять, но внутри теплоизолирующей оболочки, по замыслу разработчиков, техникам не придётся заглядывать на протяжении всего срока службы системы.

Один 20-футовый контейнер обеспечит максимальную постоянную мощность 275 кВт и сможет запасать 1,1 МВт·ч энергии. Напряжение на клеммах батареи будет колебаться от 700 до 1400 В. Для преобразования в стандартное сетевое напряжение понадобятся инверторы. Без учёта их КПД, то есть на постоянном токе, расчётная эффективность варьируется от 80% для сильноточного четырёхчасового цикла до 90% для слаботочного шестнадцатичасового.

Поскольку контейнеры Ambri не способны возгораться, их можно устанавливать друг на друга в несколько этажей. Несмотря на то что удельная энергия у ЖМБ получается не столь впечатляющей, как у ионнолитиевых батарей, жидкометаллические накопители не потребуют лишней земельной площади.

Константин ЧЕСТНОВ



НАШИ ГОРОДА
Медиа-холдинг «Западная Сибирь»

ПОИСК



22 ноября 2022 / ХМАО-Югра / Общество

Внимание! Новогодний розыгрыш от медиа-холдинга «Западная Сибирь»!

Медиа-холдинг «Западная Сибирь» объявляет о старте новогодней викторины. Принять участие в ней приглашают всех жителей Лангепаса, Урая, Когалыма и Покачей. Для того чтобы побороться за призы, достаточно перейти...

ВСЕ НОВОСТИ »

СЕВЕРЯНЕ »

Закреплено / ХМАО-Югра / Общество

Работа в ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»

В Лангепасскую базу УПТОИКО ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» проводится подбор персонала, имеющего опыт работы по профессиям...



Сегодня в 14:00 / Когалым / Северяне

Больше чем просто работа

Бог сотворил землю, а всё остальное на ней создано руками строителей. Неизвестно, кто и когда...

Сегодня в 11:00 / ХМАО-Югра / Общество

Пресс-конференция губернатора Югры

Вчера губернатор Югры Наталья Комарова несколько часов общалась с прессой. В Ханты-Мансийск приехали журналисты со...



19 ноября 2022 / Когалым / Северяне

Искромётная профессия, или... Варит швы, словно художник!

Качество работы зависит от прибора. Бывает так, что...

Сегодня в 10:00 / Урай / Общество

Дедсад для пожилых в Урае

В Урайском комплексном центре социального обслуживания населения реализуют систему долговременного ухода за пожилыми людьми. Для...



Сегодня в 09:00 / Лангепас / Общество

В Лангепасе работодатель задолжал и заплатил штраф

Один из предпринимателей Лангепаса, занимающийся грузоперевозками, нарушил законодательство Российской Федерации - накопил серьезные долги. Не выплатил...



17 ноября 2022 / ХМАО-Югра / Северяне

Прощёный Севером!

Рамиль... в «нефтянке»... стал... тридцать... для него...

23 ноября 2022 / Когалым / Спорт

«Золотая шайба» в Когалыме

В Когалыме стартовал региональный этап Всероссийского турнира юных хоккеистов «Золотая шайба» имени Анатолия Тарасова. Играют...

