



# ЭНЕРГОВЕКТОР

ЛУКОЙЛ

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



ВТОРОЙ ЭТАП  
ЭНЕРГОПЕРЕХОДА

4

«ИСПЕКАЯ»  
ЗАПЧАСТИ

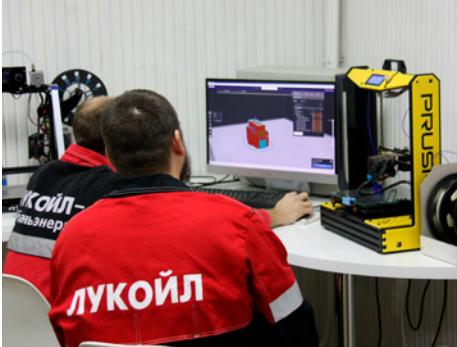
6

ЗМЕЙ ВРАЩАЕТ  
БАРАБАН

10

СТОРОЖ ДЛЯ  
ПАЯЛЬНИКА

11



## На высшем уровне

Двадцать восьмого января президент России Владимир Путин встретился с руководителем «ЛУКОЙЛа» Вагитом Алеクперовым. В начале беседы глава государства интересовался итогами работы компании в прошлом году.

В 2019 году Группа «ЛУКОЙЛ» выполнила задачи, установленные в рамках десятилетней стратегии, и достигла значительного прогресса в ключевых проектах и стратегических инициативах. Так, на Каспии запущена третья очередь месторождения имени Владимира Филипповского, продолжилось обустройство месторождения имени Валерия Грайфера (бывшее Ракушечное), введено в эксплуатацию месторождение Д41 в Балтийском море, обеспечен быстрый рост добывающей трудноизвлекаемой нефти в Западной Сибири и Тимано-Печоре, приобретены доли в аспирт-проектах в Республике Конго и Объединенных Арабских Эмиратах. В компании проведена большая работа по оптимизации расходов и повышению эффективности, внедрению новых технологий, в том числе по программам цифровизации.

«Сейчас мы готовим новую стратегию развития. И на ближайшие десять лет наши инвестиции могут превысить сто миллиардов долларов. В первую очередь это будут вложения в российские проекты», — сообщил глава государства Вагит Алеクперов. Он также отметил, что компания продолжает развитие инфраструктуры нефтедобычи на Каспии и приступает к активному освоению балтийского шельфа.

«Хотелось бы отметить уникальное окно возможностей, которое открылось для нас после саммита «Россия – Африка» в Сочи, — продолжил руководитель нефтяной компании. Он рассказал, что сегодня «ЛУКОЙЛ» работает в трёх странах Западной Африки. — Сейчас ещё четыре страны предлагают нам совместные проекты. Такого никогда ещё не было».

Вагит Алеクперов обратил внимание президента на новые социальные проекты, в которых участвует «ЛУКОЙЛ». Так, в ближайшее время при поддержке «ЛУКОЙЛа» в Когалыме откроется филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, который будет готовить инженеров для предприятий Западной Сибири. Причём студенты смогут здесь не только учиться, но и решать реальные производственные задачи, получая деньги за свою работу. В заключение встречи глава «ЛУКОЙЛа» пригласил Владимира Путина в Когалым провести совещание по развитию моногородов.

## Тройной выигрыш

По результатам конкурентного отбора, проведённого Системным оператором ЕЭС России, общество «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕРВИС» получило статус агрегатора управления спросом на электрическую энергию. Энергосбытовая организация будет координировать действия производственных предприятий Группы «ЛУКОЙЛ» и сторонних компаний в pilotном проекте по управлению спросом.

Благодаря участию в этом проекте такие предприятия, как «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» и «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», смогут снижать затраты на покупку электроэнергии на оптовом рынке электроэнергии и мощности, а также получать оплату за оказание системных услуг по снижению объёмов потребления мощности в пиковые часы.

Для энергоприника в целом в моменты пиковых нагрузок выгоднее сокращать спрос, снижая расходы всех потребителей, чем нагружать дорогие и низкоэффективные пиковые электростанции. Кроме того, благодаря управлению спросом повышается общая надёжность энергосистемы.

«Сейчас мы готовим новую стратегию развития. И на ближайшие десять лет наши инвестиции могут превысить сто миллиардов долларов. В первую очередь это будут вложения в российские проекты», — сообщил глава государства Вагит Алеекперов. Он также отметил, что компания продолжает развитие инфраструктуры нефтедобычи на Каспии и приступает к активному освоению балтийского шельфа.

«Хотелось бы отметить уникальное окно возможностей, которое открылось для нас после саммита «Россия – Африка» в Сочи, — продолжил руководитель нефтяной компании. Он рассказал, что сегодня «ЛУКОЙЛ» работает в трёх странах Западной Африки. — Сейчас ещё четыре страны предлагают нам совместные проекты. Такого никогда ещё не было».

Вагит Алеекперов обратил внимание президента на новые социальные проекты, в которых участвует «ЛУКОЙЛ». Так, в ближайшее время при поддержке «ЛУКОЙЛа» в Когалыме откроется филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, который будет готовить инженеров для предприятий Западной Сибири. Причём студенты смогут здесь не только учиться, но и решать реальные производственные задачи, получая деньги за свою работу. В заключение встречи глава «ЛУКОЙЛа» пригласил Владимира Путина в Когалым провести совещание по развитию моногородов.

«Есть все основания считать, что российская технология производства высокотемпературных сверхпроводников в перспективе позволит создавать электрические двигатели и генераторы мощностью 10–20 МВт для гибридных силовых установок ближне- и среднемагистральных самолётов. В рамках новой НИР будет доработан демонстратор гибридной силовой установки с учётом данных, полученных в ходе наземных испытаний, и пройдут его испытания в составе летательного аппарата», — пояснил генеральный директор ЦИАМ Михаил Гордин.

За координацию работ отвечает Институт имени Н. Е. Жуковского.

На этом история добрых дел не заканчивается, и мы обязательно расскажем читателям о новых акциях.

## Подняться в небо

Компания Alaka'I Technologies (шт. Массачусетс) представила проект аэротакси Skai с вертикальным взлётом и посадкой. Электрический привод винтов работает от водородного топливного элемента, который помог разработчикам избежать применения электрохимических аккумуляторных батарей, имеющих недостаточно высокую для применения на воздушном транспорте удельную энергоёмкость. Водородный топливный бак обеспечит запас хода до 600 км (продолжительность полёта до 4 ч). Такси сможет принять на борт до пяти человек.

Летательный аппарат оснащён шестью пропеллерами и имеет баллистический парашют для плавного спуска в случае отказа энергетической установки. По данным компании, наилучшие сферы применения новых – это спасательные операции и срочная доставка небольших грузов.

Похожий летательный аппарат разрабатывает израильская компания Metro Skyway. Её детище должно взлететь в воздух уже к 2022 году, но поначалу оно будет работать на авиакеросине. По мнению экспертов, воздушные такси начнут возить пассажиров уже через три года, а после 2025-го смогут перейти на автопилоты.

Команда молодёжного совета «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» в 2019 году участвовала в городском экстремальном забеге «Стальной характер». Ребята успешно преодолели десятикилометровую полосу препятствий, пробираясь через рвы с грязью, окунаясь в бассейны с холодной водой, проползая под колючей проволокой и перелезая через высокие стены. В здоровом теле здоровый дух!

Также в 2019 году на предприятии была создана научно-техническая лаборатория «ЛУКТЕХ». Там организованы работы по созданию трёхмерных моделей и 3D-печати пластмассовых запасных частей для разнотипного оборудования, применяемого на электростанции. Это, например, корпуса старых контрольно-измерительных приборов и детали позиционеров задвижек, используемых на участке химводоочистки. Идея в том,

чтобы не покупать новые приборы, а заменять их отдельные элементы, экономя таким образом время и средства. Совет молодых специалистов «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» планирует направить ребят на курсы по 3D-печати, наладить обмен опытом с другими энергопредприятиями «ЛУКОЙЛа» и вместе с ними создавать единую информационную базу проблемных мест оборудования и 3D-моделей запасных частей.

Кстати, в некоторых случаях альтернативы подобному ремонту нет или она чрезмерно дорога, поскольку речь идёт об оборудовании, которое уже давно не выпускается.

На этом история добрых дел не заканчивается, и мы обязательно расскажем читателям о новых акциях.

## Молодёжные дела

Совет молодых специалистов предприятий «ЛУКОЙЛА» южного региона подвёл итоги работы за 2019 год. Среди многочисленных дел молодёжи «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго», направленных на развитие научно-технической инициативы, творческих способностей и укрепление корпоративного духа сотрудников, «Энерговектор» отметил три наиболее интересных и полезных.

В прошлом году коллектив предприятия праздновал двойной юбилей: десятилетие ООО «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» и 65-летие Краснодарской ТЭЦ. Молодые энергетики с энтузиазмом участвовали в создании музея теплоэлектроцентрали. Ребята погода собирали информацию об истории станции, встречались с её ветеранами, искали экспонаты. Некоторые вещи, в частности старую рабочую одежду, сотрудники привнесли из дома. Музей получился небольшой по размеру, но очень значимый по своему наполнению и идейному.

Летательный аппарат оснащён шестью пропеллерами и имеет баллистический парашют для плавного спуска в случае отказа энергетической установки. По данным компании, наилучшие сферы применения новых – это спасательные операции и срочная доставка небольших грузов.

Похожий летательный аппарат разрабатывает израильская компания Metro Skyway. Её детище должно взлететь в воздух уже к 2022 году, но поначалу оно будет работать на авиакеросине. По мнению экспертов, воздушные такси начнут возить пассажиров уже через три года, а после 2025-го смогут перейти на автопилоты.

Команда молодёжного совета «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» в 2019 году участвовала в городском экстремальном забеге «Стальной характер». Ребята успешно преодолели десятикилометровую полосу препятствий, пробираясь через рвы с грязью, окунаясь в бассейны с холодной водой, проползая под колючей проволокой и перелезая через высокие стены. В здоровом теле здоровый дух!

Также в 2019 году на предприятии была создана научно-техническая лаборатория «ЛУКТЕХ». Там организованы работы по созданию трёхмерных моделей и 3D-печати пластмассовых запасных частей для разнотипного оборудования, применяемого на электростанции. Это, например, корпуса старых контрольно-измерительных приборов и детали позиционеров задвижек, используемых на участке химводоочистки. Идея в том,

чтобы не покупать новые приборы, а заменять их отдельные элементы, экономя таким образом время и средства. Совет молодых специалистов «ЛУКОЙЛ-Кубаньэнерго» планирует направить ребят на курсы по 3D-печати, наладить обмен опытом с другими энергопредприятиями «ЛУКОЙЛа» и вместе с ними создавать единую информационную базу проблемных мест оборудования и 3D-моделей запасных частей.

Кстати, в некоторых случаях альтернативы подобному ремонту нет или она чрезмерно дорога, поскольку речь идёт об оборудовании, которое уже давно не выпускается.

На этом история добрых дел не заканчивается, и мы обязательно расскажем читателям о новых акциях.

## Лента и реальность

Группа молодых специалистов Сервисного центра «Кстовоэнергоефть» ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ» побывала на увлекательной авторской экскурсии по местам съёмок 77-годовщины победы советских войск под Сталинградом.

Обычно сверхмощные лазерные системы создаются на основе твердотельных кристаллов и работают в инфракрасной области спектра. Учёные из Физического института им. П. Н. Лебедева РАН и ИСЭ СО РАН предложили новую идею – построить лазерный комплекс по гибридной схеме с твердотельным задающим генератором на кристаллах титан-сапфира и выходным лазером-усилителем с газовой активной средой.

По оценкам исследователей такая установка должна была получиться более простой и дешёвой в изготовлении. Кроме того, открывалась возможность получать рекордные мощности излучения уже в видимом, а не в инфракрасном диапазоне.

«Уникальным в такой системе является именно выходной лазерный усилитель», — рассказал заведующий лабораторией газовых лазеров ИСЭ СО РАН доктор физико-математических наук, профессор Валерий Лосев. — Для усиления сверхкоротких импульсов излучения используется особый широкополосный лазерный переход С-А эксимерных молекул ксенон – фтор. Накачка активной среды двухступенчатая: сначала сильноточным электронным пучком возбуждается чистый ксенон, а затем образующимся жёстким ультрафиолетовым излучением идёт фотона-качка рабочей смеси. На выходе системы имеем голубой свет».

Первый гибридный лазер, на котором получены тераваттные мощности излучения, был построен и передан в ФИАН в 2008 году. Вскоре была запущена и вторая система – ТНЛ-100 (от англ. Terawatt Hybrid Laser).

Число «100» в названии означает мощность импульсов излучения в тераваттах, которые подвержены засорению рабочими органами механическими примесями и солями (за счёт более широких проточных каналов, высоких скоростей движения пластовой жидкости в насосе, а также других термобарических условий для образования солеотложений).

На сегодня новое оборудование установлено на девятнадцати скважинах. Экономия электроэнергии на них достигает 30%. Работы по переоборудованию скважин будут продолжена. Предусмотрен также постепенный перевод на ЭЦН скважинного фонда, эксплуатируемого штанговыми глубинными насосами.

## Яркий свет

Сотрудники ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» 2 февраля 2020 г. приняли участие в торжественных мероприятиях, посвящённых 77-й годовщине победы советских войск под Сталинградом.

Тысячи волгоградцев и гостей города в этот день поздравляли друг друга и чествовали героев торжества – ветеранов войны и участников Сталинградской битвы.

Сотрудники предприятия пришли к Вечному огню на площади Павших Борцов, чтобы возложить памятные венки, после чего потребитель будет регулярно задерживать оплату счетов, компания может дать счётчику команду на отключение электроподачи. Как объясняют законодатели, это социально справедливый механизм, который позволяет наказывать за неуплату непосредственно нарушителей закона, не раскладывая суммы отдельных должников на добросовестных потребителей через повышение тарифа, что происходит сегодня.

Примечательно, что в ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» не забывают о ветеранах войны и тыла, ранее работавших на предприятии. Таких на сегодня 47 человек. Коллектив постоянно оказывает им посильную помощь и поддержку, встречается с ними. Благодаря этому молодое поколение энергетиков чтят и помнят подвиг дедов, отстоявших нас от нацистов.

«Второе февраля – один из главных праздников нашего города и святой день для каждого волгоградца, — говорит генеральный директор ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» Михаил Зимин, обращаясь к коллективу предприятия и его ветеранам. — Каждый из нас должен помнить о настоящих героях, центральной жизнью отстоявших город на Волге. Помогать фронтовикам, труженикам тыла, всем, кто стал свидетелем тех страшных времён, — священная обязанность нынешнего поколения. Я от всей души поздравляю вас с этим великим праздником! Низкий поклон вам, ветераны и труженики тыла, благодарность за ваш бессмертный подвиг! Здоровья вам и долгих лет жизни!»

Благодаря периодической работе насосов продлеваются интервалы между ремонтами скважин. ЭЦН увеличенного типоразмера менее подвержены засорению рабочими органами – это учёные планировали получить. Создание обеих систем стало возможным благодаря использованию в качестве источников энергии уникальных наносекундных сильноточных генераторов, разработанных в ИСЭ СО РАН под руководством академика Бориса Ковалчука. В первом случае это вакуумный генератор импульсных напряжений, во втором – линейный импульсный трансформатор.

Среди зимних видов спорта самыми зралищными были скоростной спуск лыжников и сноубордистов, бобслей (спуск на надувных «ватрушках») и лепка снежной фигуры «Мы – ЛУКОЙЛ». Энергетики завоевали первое место в соревнованиях по бобслею, проявив сплочённость и взаимовыручку.

## Строгий учёт

С 1 июля 2020 года в частных и многоквартирных домах в России по мере выхода из строя старых счётчиков электроэнергии будут устанавливаться новые, интеллектуальные приборы учёта, называемые также такими же счётчиками.

Умный счётчик сам передаёт данные об энергопотреблении в энергоснабжающую компанию, так что у граждан станет меньше забот и даже высвободится немногим времени. При этом связь будет двунаправленной: если потребитель будет регулярно задерживать оплату счетов, компания может дать счётчику команду на отключение электроподачи. Как объясняют законодатели, это социально справедливый механизм, который позволяет наказывать за неуплату непосредственно нарушителей закона, не раскладывая суммы отдельных должников на добросовестных потребителей через повышение тарифа, что происходит сегодня.</

# ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ НА ХОДУ

**ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПОМОЖЕТ УСКОРИТЬ ЭНЕРГОПЕРЕХОД В ГЕРМАНИИ\***



Перевод с англ. Оригинал см.: DLR magazine / of DLR, the German Aerospace Center, № 161 (July 2019). P. 27-28.

**Г**р. предлагаем вниманию читателей интервью Карстена Агерта – директора Института сетевых энергетических систем Германского аэрокосмического центра (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt – DLR). Наш собеседник рассказывает о новой фазе немецкой программы энергетического перехода Energiewende.

— Господин Агерт, в 2019 году доля возобновляемой энергии в электроснабжении Германии превысила 40%. Можно ли говорить о том, что программа энергетического перехода реализуется успешно?

— Это несомненно очень радостный факт, но мы должны смотреть на картину в целом. Промышленно развитые страны поставили себе цель к 2050 году сократить выбросы углекислого газа на величину от 80 до 95% по сравнению с уровнем базового, 1990-го. Объём работы, которую нужно будет проделать до 2050-го, сопоставим с масштабами индустриализации XIX века.

— Как работает межсекторная интеграция?

— Когда в электрические сети поступает чрезмерное количество энергии от возобновляемых источников (скажем, при сильном ветре), конечно же можно снизить объёмы генерации, но лучше запасать избыточную энергию. Не забывайте, что тепло сохранять проще, чем электричество. Так что имеет смысл систему электрического нагрева объединить с тепловым хранилищем, чтобы можно было вырабатывать тепло не только тогда, когда оно нужно для отопления или в производственных целях. Следовательно, тепловые накопители придают системе гибкость.

Однако межсекторная интеграция эффективна и в других направлениях. Возьмём для примера транспорт, который работает на водороде. Мы можем производить водород в те моменты, когда электричество в избытке. В этом случае запасается химическая энергия. Водород будет доступен не только для заправки автомобилей, но и для обратного преобразования в электроэнергию в моменты её дефицита в сети. Таким образом, наша задача – соединить транспорт и электроэнергетику двунаправленными связями. Энергетические и транспортные научно-исследовательские институты DLR совместно работают над этими непростыми задачами.

— Но вы убеждены, что исследователи из DLR покажут, как можно построить стабильную, безопасную и экономически эффективную энергосистему?

— Совершенно верно. Доля солнечной и ветровой генерации в секторе электроснабжения дошла до той точки, когда дальнейшее внедрение ВИЭ уже не даёт прежнего эффекта. Однако если мы внимательно посмотрим на транспорт и теплоснабжение, структура которых весьма сложна, то обнаружим привлекательные варианты кросс-отраслевых решений. Как исследователи мы должны выяснить, где в энергосистеме можно применить гибкий подход, чтобы лучше приспособиться к новой реальности, когда графики производства и потребления энергии не всегда соглашаются друг с другом.

Потенциал энергонакопителей и гибких технологических решений можно реализовать только в межсекторной интеграции. Для нас этот термин означает такое сочетание систем электроснабжения, теплоснабжения и транспорта, при котором все три сектора, обраzuя крупную интегрированную энергосистему, могут расти вместе.

— Что особенного в интерфейсах между частями энергетического комплекса?

— Интеграция разных подотраслей – это тот водораздел, после которого трансформация системы электроснабжения превращается в настоящий энергопереход. Например, сегодня теплоснабжение в Германии главным образом основано на природном газе и, в некоторых случаях, на мазуте. Но если вспомнить, каких климатических целей стране нужно достичь к 2050 году, то станет абсолютно ясно, что мы не можем производить тепло, скижая ископаемый мазут или мазут. То же самое с транспортом.

Чтобы к намеченному сроку выбросы углекислоты сократились на 80–95% относительно базового уровня, автомобили должны быть переведены с бензина и дизеля на неископаемые виды топлива. Поскольку срок жизни автомобиля – 15 лет, уже с 2035 года для германского рынка не должны производиться машины, работающие на газе и нефтепродуктах.

В Евросоюзе в последнее время обсуждается вопрос, на какую величину можно к 2030 году сократить углеродные выбросы от новых автомобилей – на 30, 35 или 40%. Однако всего пятью годами позже выбросы нужно будет полностью исключить. Другими словами, если мы действительно хотим выполнить цели государственной климатической политики, необходимо полностью, причём очень быстро перевести теплоснабжение и транспорт на возобновляемые источники энергии. А поскольку такие источники очень нестабильны, потребуется система, позволяющая эту энергию гибко перераспределять. Нужна межсекторная интеграция, которая заодно обеспечит эффективный доступ к ёмким энергохранилищам.

— Получается, энергетический переход идёт слишком медленно?

— На мой взгляд, до сих пор он был чрезмерно ограничен. Начиная с 1998 года, когда в Германии принял закон о возобновляемых источниках энергии, мы более двадцати лет занимались строительством ветровых и солнечных электростанций. То есть, образно говоря, собирали фрукты с самых нижних, легкодоступных ветвей.

Транспортный сектор мы упустили, отчего доля возобновляемой энергии в топливе равна всего лишь шести процентам. В теплоснабжении похожая ситуация. Можно сказать, что энергопереход идёт, но мы всё еще находимся в самом его начале. Причём продвигаться дальше становится всё труднее.

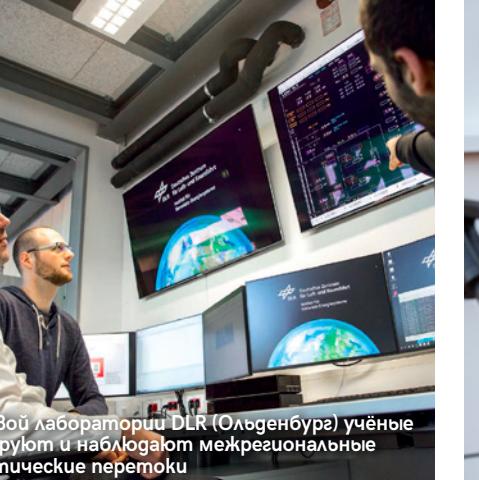
— Но вы убеждены, что исследователи из DLR покажут, как можно построить стабильную, безопасную и экономически эффективную энергосистему?

— Совершенно верно. Доля солнечной и ветровой генерации в секторе электроснабжения дошла до той точки, когда дальнейшее внедрение ВИЭ уже не даёт прежнего эффекта. Однако если мы внимательно посмотрим на транспорт и теплоснабжение, структура которых весьма сложна, то обнаружим привлекательные варианты кросс-отраслевых решений. Как исследователи мы должны выяснить, где в энергосистеме можно применить гибкий подход, чтобы лучше приспособиться к новой реальности, когда графики производства и потребления энергии не всегда соглашаются друг с другом.

Потенциал энергонакопителей и гибких технологических решений можно реализовать только в межсекторной интеграции. Для нас этот термин означает такое сочетание систем электроснабжения, теплоснабжения и транспорта, при котором все три сектора, обраzuя крупную интегрированную энергосистему, могут расти вместе.

— Что особенного в интерфейсах между частями энергетического комплекса?

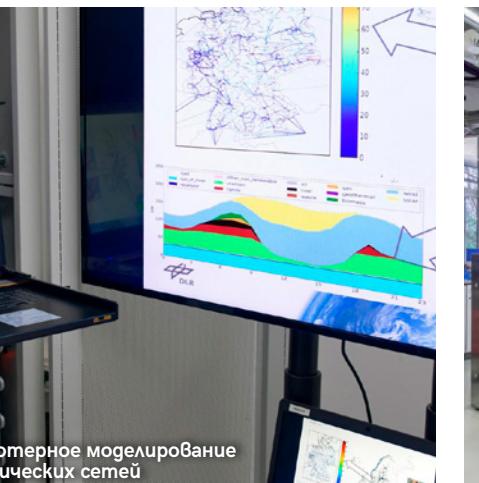
— Интеграция разных подотраслей – это тот водораздел, после которого трансформация системы электроснабжения превращается в настоящий энергопереход. Например, сегодня теплоснабжение в Германии главным образом основано на природном газе и, в некоторых случаях, на мазуте. Но если вспомнить, каких климатических целей стране нужно достичь к 2050 году, то станет абсолютно ясно, что мы не можем производить тепло, скижая ископаемый мазут или мазут. То же самое с транспортом.



В сетевой лаборатории DLR (Ольденбурга) учёные моделируют и наблюдают межрегиональные энергетические потоки



Лабораторный стенд для исследования возможности симулировать флюктуации напряжения в электросети с помощью электромобильных аккумуляторов



Компьютерное моделирование электрических сетей



Накопитель тепла в лаборатории когенерации

тогда мы привыкли. Проблемы децентрализации, нестабильной генерации и цифровизации на системном уровне займут учёных на десятилетия энергоперехода.

Институт сетевых энергетических систем разрабатывает технологии для межсекторной передачи энергии, готовясь принять непростой вызов. Мы должны удостовериться в том, что эти технологии будут созданы своевременно, окажутся надёжными и дружественными по отношению к пользователю. Кроме того, мы включаем их в системный анализ как часть нашей всеобъемлющей стратегии, которая учитывает технические, социальные, экологические и экономические аспекты энергетики.

При создании будущих энергосистем нам понадобятся технологические установки, такие как солнечные электростанции, накопители и газовые турбины, которые разрабатываются в других институтах DLR. И дальнейший курс энергоперехода во многом будет зависеть от того, сможем ли мы фундаментально перестроить нашу энергетику, используя высококлассные отдельные технологии и общие системные решения.

— Исследователи смотрят на трансформацию энергосистемы с разных точек зрения, начиная с энергоменеджмента и системных услуг и заканчивая рекомендациями для правительства и энергетических компаний. Почему перевод топливно-энергетического комплекса на возобновляемые источники энергии вылился в такие большие проблемы?

— Технические требования, предъявляемые к создаваемой энергосистеме, очень сложны. Приведу один пример. Даже в те дни, когда солнечная и ветровая генерация примерно обеспечивает текущие потребности (то есть не должно возникнуть проблем с накопителями), нужно добиваться стабильных параметров электроэнергии в сети. Сегодня мы пользуемся инерцией вращения больших массивных роторов в турбинах и генераторах. После перехода на солнечную и ветровую энергию в нашем распоряжении в основном останется силовая электроника, которая не обладает свойствами инерции. Мы столкнёмся с целым рядом проблем, особенно для кратковременного регулиро-

вания частоты и напряжения. Кроме того, в наших руках окажется абсолютно децентрализованная энергосистема. Контролем десятка мощных электростанций здесь не обойдётся – нужно будет научиться управлять сотнями и тысячами небольших энергоустановок.

— Давайте обратимся к актуальной задаче – соединению юга Германии и севера, где находятся ветропарки, магистральными линиями электропередачи. В какой степени можно стабилизировать энергосистему за счёт развития региональных и даже общевероятских сетей?

— Мы привыкли к тому, что необходимое условие для надёжного и доступного энергоснабжения – это хорошие магистральные и межрегиональные распределительные сети. В будущем их значение только усилятся. Региональные части децентрализованной энергосистемы, основанной на ВИЭ, не будут обладать гибкостью, достаточной для автоматического управления энергией.

— Перед топливно-энергетическим комплексом Германии стоит настолько серьёзный вызов, что кабинету министров нужен «катализатор» вроде Греты Тунберг. Должно ли правительство ужесточить требования к бизнесу для ускорения энергоперехода?

— Как я уже отметил, в электроэнергетике переход замедлился, причём расширение возобновляемой генерации не дало желательного эффекта в терминах сокращения выбросов. Тем не менее работа продолжается. К сожалению, в авиации и теплоснабжении, а также на автотранспорте энергопереход только начинается.

По моему мнению, намерение правительства отказываться от ископаемого топлива даёт ему возможность ввести на территории Германии эффективный налог на выбросы углекислого газа, который действительно будет стимулировать развитие межсекторной интеграции в правильном направлении. Молодое поколение буквально каждую неделю напоминает нам о том, что действовать нужно уже сейчас.

— Спасибо за интересную беседу. ЭВ

# «ИСПЕКАЕМ» ЗАПЧАСТИ

## ВНЕДРЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЕ АСТРАХАНСКОЙ ТЭЦ-2

6

**А**ддитивные технологии, называемые также 3D-печатью, сегодня быстро развиваются и всё больше используются на новых и модернизируемых предприятиях. При аддитивном производстве деталь формируется путём постепенного наращивания (лат. *additivus* – прибавляемый) объёма материала на плоской платформе или осевой заготовке.

Основные преимущества аддитивных производственных технологий по сравнению с традиционными таковы:

- сокращение технологической цепочки и резкое уменьшение отходов;
- кастомизация выпускаемого продукта;
- возможность ускорить апробацию новых идей и внедрение новых изделий;
- детали могут иметь практические любые формы;
- лёгкость освоения персоналом.

Очень важен экологический момент – минимизация отходов и, как следствие, экономия исходного сырья. Его потери при традиционных способах изготавления могут доходить до 85%.

Существует множество разновидностей 3D-печати, но в нашем случае рассматривается технология FDM (Fused deposition modelling, послойное наплавление), где пластмассовое изделие путём наложения слоёв формируется экструдером – горячей головкой, через которую выдавливается расплавленный пластик. FDM-технология широко используется для создания трёхмерных моделей и прототипов будущих изделий в конструкторских и дизайнерских бюро, а также на производственных предприятиях. В качестве расходных материалов для печати используются термопластики нескольких типов, поставляемые на катушках в виде нитей (прутков).

В последние годы, пока на Астраханской ТЭЦ-2 шёл ремонт двух энергоблоков, в группе тепловой автоматики участка средств измерений ТЭЦ возникла острая нехватка запасных частей и комплектующих для ревизии старых приборов и механизмов.

В частности, лаборатория электропривода и запорной арматуры столкнулась сильным люфтотом и износом пластмассовых шестерней в коробках концевых выключателей (ККВ). Наиболее дефицитны шестерни для ККВ с передаточным числом 240. Лаборатория химического контроля воды жаловалась на износ пластмассовых элементов Н-катионитовых фильтров, а лаборатория пирометрии – на износ и люфт шестерней вторичных регистрирующих приборов, которые на предприятии работают круглосуточно по многу лет.

Поставщики подобного оборудования отказываются продавать для него отдельные детали, а закупка новых приборов и механизмов – нерациональное решение проблемы. Поэтому в начале 2019 года на Астраханской ТЭЦ-2 было решено с целью изготовления пластмассовых элементов обслуживаемого оборудования освоить FDM-технологию.

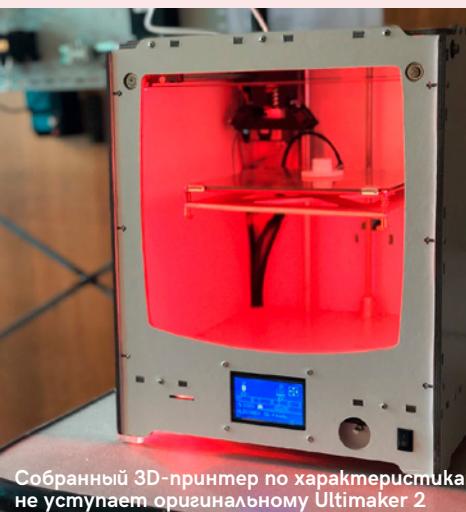
Сегодня на участке средств измерений и автоматики Астраханской ТЭЦ-2 имеется



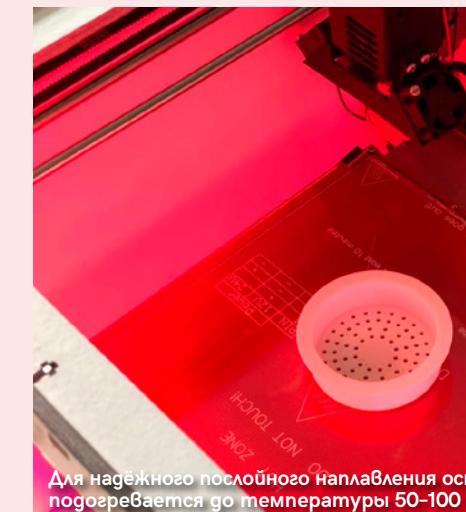
Ключевые элементы 3D-принтера – прецизионные шаговые двигатели



Детали исходные и распечатанные на замену



Собранный 3D-принтер по характеристикам не уступает оригинальному Ultimaker 2



Для надёжного послойного наплавления основа подогревается до температуры 50–100 °C

списки комплектующих. Поскольку приобрести 3D-принтер мало, а нужно ещё понять принципы его работы и научиться грамотно им пользоваться, наиболее рациональным вариантом оказалась самостоятельная сборка аппарата из частей. Группа тепловой автоматики занялась поиском комплектующих.

Свыше полутора сотен различных деталей было заказано в городах России и за рубежом. Корпус из ПВХ вырезали на станке ЧПУ в Санкт-Петербурге. Основу стола из алюминия изготовили в Волгограде. Пластмассовые части конструкции приехали из Москвы, а всё остальное – от винтов, гаек, втулок и до нагревательных элементов – было приобретено у наших друзей-китайцев. В целом на изготовление устройства ушло около двух месяцев, не считая времени на доставку комплектующих.

В указанном срочке входят и такие важные этапы работы, как прошивка управляющей программы и настройка 3D-принтера. По себестоимости комплектующих принтер обошёлся предприятию примерно в 35 тыс. руб.

Поставщики подобного оборудования отказываются продавать для него отдельные детали, а закупка новых приборов и механизмов – нерациональное решение проблемы. Поэтому в начале 2019 года на Астраханской ТЭЦ-2 было решено с целью изготовления пластмассовых элементов обслуживаемого оборудования освоить FDM-технологию.

Анализ мирового рынка показал, что аддитивные технологии ускоренно внедряются во многих сферах, в том числе в промышленности. Так, в 2017–2018 годах их доля на производстве подскочила с 20 до 43%, в искусстве – с 7 до 16, в образовании – с 6 до 16%. Это значит, что 3D-печать уже во многом преодолела «детские болезни» и достигла надёжный высококачественный 3D-принтер, собранный по оригиналным чертежам и схемам, который используется для печати пластмассовых деталей к различным приборам и механизмам. Точность печати – не ниже 20 мкм. Теплостойкость пластика в зависимости от марки варьируется в пределах от 75 до 110 °C. Он также выдерживает низкие температуры до -40 °C.

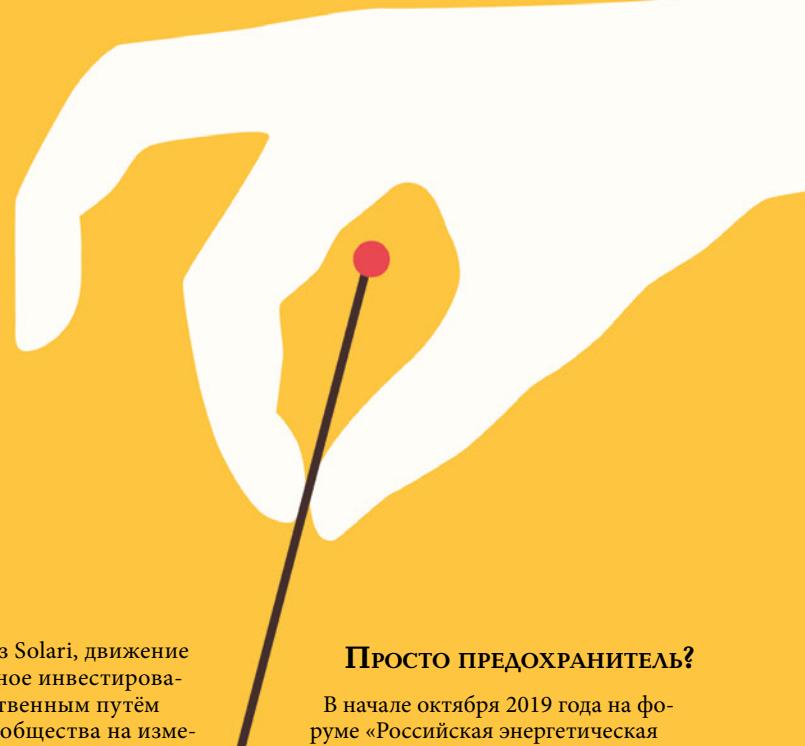
С учётом опыта других организаций на Астраханской ТЭЦ-2 был выбран простой в настройке и надёжный в работе 3D-принтер – Ultimaker 2. Однако его розничная цена на рынке (около 170 тыс. руб.) выглядела завышенной, зато аппарат можно было собрать по частям: нидерландская компания Ultimaker придерживается подхода «openbuidler» (по-английски «открытая разработка»), публикуя в Интернете чертежи и

технологическую зресть.

Кроме того, отпала потребность в восстановлении старых Н-катионитовых фильтров

# БЕЗУГЛЕРОДНЫЙ ПУЗЫРЬ

## СОЦИАЛЬНО ОТВЕТСТВЕННЫЕ ИНВЕСТИЦИИ ТРЕБУЮТ РАЦИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА



### ПРОСТО ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ?

В начале октября 2019 года на форуме «Российская энергетическая неделя» президент России Владимир Путин предрёк скорый крах американского доллара. «Американцы начали своими руками пилить сук, на котором сядут. И скоро они грехнутся», – обра-зом обрисовал наш президент попытки администрации США использовать доллар в качестве политического оружия. Катрин Фиттс восприняла слова российского лидера со всей серьёзностью. «Президент России никогда не бросает слов на ветер и не склонен блефовать, – объяснила она. – Кроме того, Путин имеет доступ к развединформации от спецслужб. И он сказал слово "ско-ро". Вероятно, российский президент знает что-то, чего я знаю я». Между тем госпожу Фиттс тоже нельзя назвать плохо информированым человеком: наскрёб американских финансовых. Именно она первой обнаружила, что государственные ведомства США не могут отчитаться, куда они в 1998–2015 годах дели 21 триллион долларов.

Вполне возможно, что стремление направить гигантские инвестиции в «зелёную» энергетику и циркулярную экономику вызвано необходимостью предохранить американский доллар от обрушения, о котором говорил российский лидер.

Возвращаясь к инвестициям в устойчивое развитие, отметим, что финансовые пузыри приводят к перекосам на рынках и в конечном итоге к неэффективному расходованию капиталов. Средства идут совсем не туда, где они принесут наибольшую экономическую отдачу, в результате чего замедляется развитие всего общества. Параллельно возникает нездоровая конкуренция за ограниченные материальные ресурсы, которые транжи-ряются впустую. То есть пузыри в сферах безуглеродной электрогенерации, повторного использования ресурсов и других направлений декарбонизации только навредят устойчивому развитию экономики и общества. Мы же не говорим о репутационном ущербе для международного климатического движения.

Виктор САННИКОВ

**М**ы живём в удивительной стране. Многие россияне старше сорока считают себя специалистами по международным отношениям, макроэкономике, крупному бизнесу, госуправлению, педагогике, медицине и другим наукам, а потому не стесняются критиковать и давать советы политикам, экономистам, олигархам, государственным чиновникам, школьным учителям, заболевшим соседям... Возможно, причиной тому частая «смена авторитетов». Свежий пример такой смены – неожиданный уход в отставку Правительства РФ.

Конечно, всегда приятно поговорить с эрудированными и самостоятельно мыслящими людьми, однако у образованности наших соотечественников есть и оборотная сторона. Например, мы низко ценим чужой умственный труд и не готовы платить за консультации. Как следствие в России медленно развивается консалтинг. Между тем на Западе существуют десятки и сотни тысяч независимых аналитиков, которые занимаются исследованиями каждый по своей теме, выпускают информационные бюллетени и живут на средства, собираемые с подписчиков. Это весьма устойчивый малый бизнес, и его так не хватает в России.

Результаты, негативные для предприятий традиционной энергетики, не заставили себя ждать. Уже сегодня некоторые международные банки отказываются выдавать кредиты на проекты по строительству новых электростанций, работающих на ископаемом топливе, по разведке и добывке угля, нефти и даже природного газа!

Компания Solari, которая внимательно следит за тенденциями в мировой экономике, в конце 2019 года выпустила отчёт «Will ESG Turn the Red Button Green?» («Сможет ли ESG превратить красную кнопку в зелёную?»). Здесь стоит пояснить: аббревиатура ESG образована от environmental, social, governance (окружающая среда, общество, власть) – слов, обозначающих основные критерии социально ответственных инвестиций. «Предпринимаются попытки использовать вопрос изменения климата для центрального управления инвестициями», – заявила госпожа Фиттс. То есть,

# ДВС БЕЗ ГРМ

**ПРЕЖДЕ СОМНИТЕЛЬНАЯ ИДЕЯ ПОСТЕПЕННО СТАНОВИТСЯ РЕАЛЬНОСТЬЮ**

**М**ногие люди, понимающие устройство двигателя внутреннего сгорания (ДВС), скажут вам, что вынесенная в заголовок фраза – полнейший абсурд. Газораспределительный механизм (ГРМ) с двумя распределителями, приводимыми во вращение от коленчатого вала, – пока неотъемлемая часть практически любого серийного ДВС. Распределители с сидящими на них кулачками обеспечивают своевременное открывание и закрывание подпружиненных впускных и выпускных клапанов цилиндров.

Для разных режимов работы двигателя (прежде всего различающихся числом оборотов) существует свой оптимальный состав топливовоздушной смеси и свои правильные моменты для открывания и закрывания клапанов. Традиционно проблема подстройки под режим решается с помощью механизма изменения фаз газораспределения (например, в хондовской системе VTEC): весь распределительный вал слегка поворачивается относительно шестерни привода ГРМ, и моменты открывания и закрывания всех клапанов смещаются вперёд или назад.

Проблема VTEC заключается в ограниченном количестве режимов, в то время как индивидуальное управление клапанами позволило бы применять оптимальный набор параметров при любом изменении числа оборотов, даже самом малом. А ещё важнее, что появилась бы возможность регулировать не только момент, но и продолжительность открытия клапанов.

## РАННИЕ ОПЫТЫ

Ещё в 1950-х начались опытно-конструкторские работы по оснащению клапанов поршневого ДВС индивидуальными электромагнитными приводами. В СССР они велись в МАДИ под руководством профессора В. М. Архангельского. Однако у простейшего варианта такого привода, где клапан открывался электромагнитом, а закрывался обычной клапанной пружиной, вскоре был выявлен целый ряд критических недостатков. В частности, масса клапана с элементом, который притягивается электромагнитом, оказалась намного больше, чем в традиционном ГРМ, так что механизм привода становился инерционным. Приходилось увеличивать жёсткость клапанной пружины, а это приводило к сильным ударам клапана о седло при закрывании и его быстрому выходу из строя. Кроме того, в середине XX века инженеры ещё не могли создать электронный блок управления. Использованное в работах Архангельского электромеханическое управление страдало целым рядом недостатков. Например, постоянно искрили и подгорали

контакты реле, коммутирующие большие токи в электромагнитах.

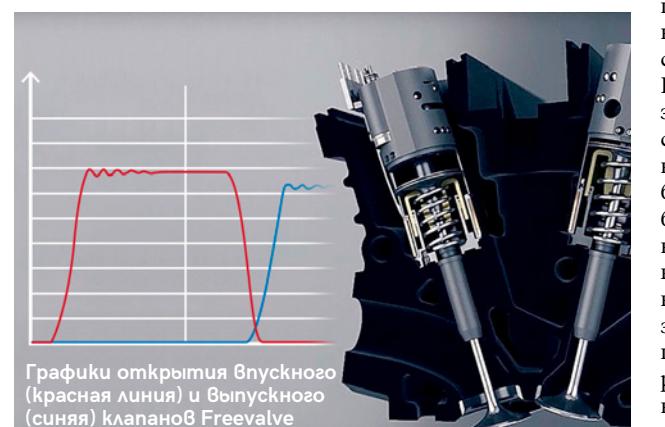
Поэтому исследователи переключились на вариант конструкции, в котором клапаны открывались и закрывались электромагнитами без участия пружин. В 1970-х над подобной схемой работали, например, в Тольяттинском политехническом институте под руководством профессора В. В. Ивашина. Распределительный вал был полностью исключён, а сила тока, необходимая для привода клапанов, уменьшена по сравнению с конструкцией Архангельского на порядок.

В 1980-х в НАМИ под руководством А. Н. Терехина разрабатывали двигатель с электромагнитным приводом клапанов для автомобиля «Москвич-412». Там построили действующий макет, в котором на всех восьми клапанах использовались двусторонние электромагниты. В 1990-х эти работы остановились из-за прекращения финансирования.

В 2002 году компания BMW приступила к натурным испытаниям 16-клапанного двигателя с электромагнитным приводом клапанов. Аналогичные работы начали и другие именитые автопроизводители. Однако их технологии до сих пор не вышли в серийное производство.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЕСТЬ!

В 2005-м шведский автомобиль Koenigsegg CCR, названный именем основателя автомобильной компании Кристiana фон Кёнигсегга, официаль-



Графики открытия Впускного (красная линия) и Выпускного (синяя линия) клапанов Freevalve

образцом газораспределительной системы Freevalve с независимыми клапанами, проехал с ней уже десятки тысяч километров, повидав и летний зной, и двадцатиградусные морозы. Головку блока цилиндров авто сделали из оригинальной «саабовской», выбросив из неё всё лишнее и проточив новые каналы для гидравлики и пневматики.

Сам Кёнигсегт называет свою систему привода клапанов «пневмогидравлическим актуатором». Открывает клапаны пневматика, а закрывает гидравлика.

Обе системы постоянно находятся под давлением и готовы сообщить клапану макси-

мальный импульс. Задача электрического привода – лишь вовремя подавать к клапанам воздух или масло. Проблема охлаждения и смазки наиболее нагруженных деталей привода решается соответствующими системами самого ДВС. Актуация клапанов возложена на компьютерный блок управления двигателем от BMW Group.

Но Freevalve – не единственный вариант ГРМ со свободными клапанами. В отдельных автомобильных силовых агрегатах Швейцарской федеральной лаборатории по материаловедению и технологиям (EMPA) разработан электрогидравлический (без пневматики) клапанный привод FlexWork. Установленный на серийный бензиновый мотор, он несколько месяцев проработал на тестовом стенде. Разработчики уверяют, что их система позволит экономить до 20% топлива на типичном легковом автомобиле, который эксплуатируется с небольшой нагрузкой на двигатель.

Клапан открывается гидравликой, которой управляет соленоид, регулирующий подачу гидравлической жидкости. При протекании тока сердечник соленоида сдвигается на необходимую величину за считанные миллисекунды. Когда ток отключается, клапан закрывается пружиной, возвращая в гидросистему большую часть энергии, затраченной на открытие. Такой механизм требует значительно меньше энергозатрат, чем традиционный ГРМ, что в сочетании с оптимизированным газораспределением даёт упомянутую выше 20-процентную экономию топлива.

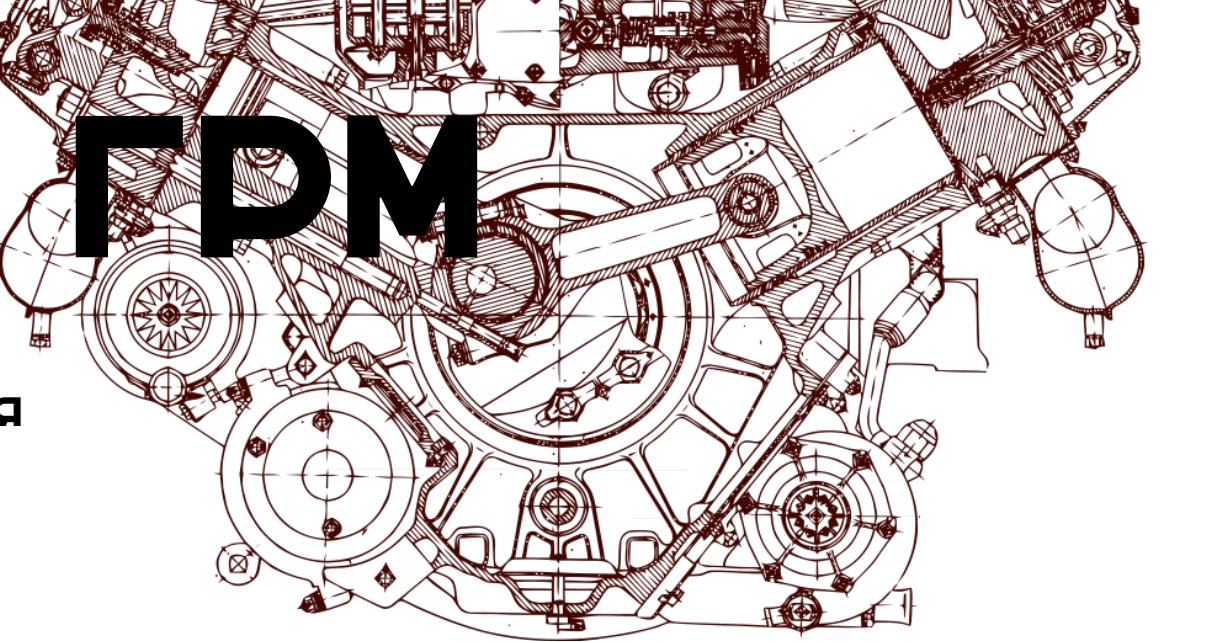
Система FlexWork позволяет изменять параметры газораспределения от цикла к циклу ДВС, регулировать количество остающихся в цилиндрах выхлопных газов (рециркуляцию), отключать не требующиеся при текущей нагрузке цилиндры. ДВС с такой клапанной системой легко адаптируется к новым видам горючего. Известно, что кислородсодержащие топлива, такие как метanol и этанол, позволяют оставлять в цилиндрах больше выхлопных газов. Отличными антидетонационными свойствами обладают природный газ и биогаз, а клапанная система легко под них настраивается. Даже возможно самозажигание топливовоздушной смеси без применения искровых свечей. При этом смесь горает почти без выделения вредных газов.

Ещё одна особенность системы EMPA – применение в качестве гидравлической жидкости не обычного масла, а охлаждающей жидкости двигателя (в простоявшей – тосола). По физическим свойствам эта жидкость хорошо подходит для быстродействующих гидросистем. В результате головка блока цилиндров не нуждается в смазке, что позволяет уменьшить двигатель и реже проводить его техобслуживание.

Алексей БАТЫРЬ

ни, чем в обычном двигателе, а фазы выпуска и выпуска не пересекаются. Отсюда – серьёзное улучшение экологических показателей ДВС. Особенно важно, что кривые сохраняют прямоугольную форму даже на высоких оборотах (до 10 тыс. об./мин) – приводу хватает мощности, чтобы действовать быстро. Похоже, именно благодаря этому тестовый двигатель со свободными клапанами показал на испытаниях впечатляющие результаты: он выдаёт на 30% больший крутящий момент, потребляет на 30% меньше топлива и обеспечивает 50-процентное сокращение вредных выбросов по сравнению с обычным.

Тем временем сам создатель спортивных рекордсменов разъезжает на выдающем виды Saab 9-5. Под капотом у «старичка» двигатель, у которого нет ни распределителя, ни кулачков, ни толкателей клапанов, ни шкивов с ремнём ГРМ. Saab, оснащённый опытным



# В РУСЛЕ СОЗИДАНИЯ

**О ЧЕЛОВЕКЕ, НАПРАВЛЯЩЕМ РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ**



Художник Константин Богаевский

**В** конце 2019 года исполнилось 135 лет со дня рождения Бориса Евгеньевича Веденеева (1884–1946) – видного русского и советского учёного, который внёс огромный вклад в развитие гидроэнергетики. Примерно каждый пятый киловатт-час электроэнергии в нашей стране вырабатывается на ГЭС, и то, что Россия считается одной из самых развитых стран в освоении энергии рек, – во многом заслуга Б. Е. Веденеева.

Борис родился в семье инженера-путейца. В 1902 г. он с золотой медалью окончил Тифлисскую классическую гимназию и поступил в Петербургский институт инженеров путей сообщения. Все свои силы и время будущий гидростроитель отдавал учёбе.

После окончания института с дипломом по специальности гидротехническое строительство и эксплуатация водных путей молодой инженер был на год командирован за границу для стажировки в областях электро- и гидротехники. Возвратившись в 1910 г. в Петербург, Веденеев участвовал в разработке одного из первых проектов по освоению энергии днепровских порогов, которые зачаровали его сложностью задач и громадными перспективами по электрификации страны.

С 1911 по 1917 гг. Борис Евгеньевич сосре-

дотачивался на инженерных изысканиях, проектировании и строительстве морских портов – сначала в Владивостоке, затем в Мурманске. После революции он трудится в Главном комитете государственных сооружений – проектирует оросительные системы для Средней Азии, исследует вопросы шлюзования Москвы-реки и Оки, активно работает в Комиссии ГЭДРО.

В 1921-м в советской России началось сооружение мощной ГЭС на волжских порогах. Решением Совета Народных Комиссаров Борис Веденеев в составе группы специалистов направляется на строительство Волжской ГЭС. Сначала он отвечает за проектирование гидротехнических сооружений, а затем становится начальником технического отдела и помощником главного инженера строительства. В 1925 г. Бориса Веденеева выдвигают на должность начальника строи-

тельства Волжской ГЭС, которое успешно завершается в 1927-м. Набравшись бесценного опыта, Веденеев отправляется в Запорожье, чтобы руководить сооружением крупнейшего в Европе гидроузла в должности главного инженера Днепростроя. Если смотреть по меркам развитых стран, то работа идёт слишком медленно и обходится дорого из-за слабой механизации. И Борис Евгеньевич прикладывает все свои знания и опыт, чтобы ускорить строительство с опорой на новейшие для того времени проектные методики и монтажно-строительные технологии. Он пропагандирует и организует механизацию строительных работ при возведении плотины, электрификацию камнедробильного и бетонного производства, переход на электрическую тягу при транспортировке бетона.

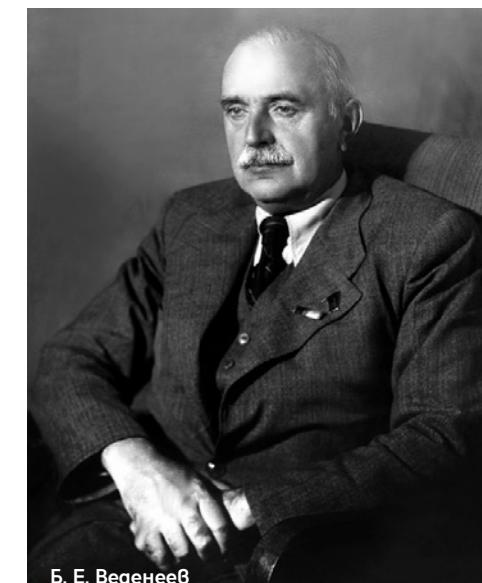
Параллельно с, как сегодня говорят, инженирингом Борис Веденеев много преподает. Его педагогическая деятельность началась в Москве в 1911 году, когда он читал лекции по электротехнике и гидравлике в техникуме Общества по распространению технических знаний. С 1923 года учёный вёл курс по гидроэлектрическим установкам в Петроградском институте инженеров путей сообщения, а в 1936-м возглавил кафедру утилизации водной энергии Московского инженерно-строительного института им. В. В. Куйбышева. Написанный им классический учебник по гидроэнергетике стал основным пособием для нескольких поколений студентов.

В научном наследии Бориса Веденеева царит комплексный подход. При разработке общих проблем гидроэнергетики в книге «Гидроэлектрические силовые установки» автор исследует такие вопросы, как способы регулирования стока рек применительно к задачам генерации, расчёты оптимальных мощностей харacterистик ГЭС, работающих автономно либо в каскаде, выбор напора для водяных турбин, определение наивыгоднейшего числа агрегатов ГЭС и др. Теоретические вопросы в книге увязаны с задачами практики и решаются на основе технико-экономического анализа.

Другое направление изысканий – выбор оптимального проектно-конструкторского решения ГЭС с точки зрения минимизации затрат на возведение станции, эффективности и надёжности её эксплуатации. Борис Веденеев предложил при расчёте затрат на

строительство гидроэлектростанций пользоваться соотношением стоимости отдельных рабочих операций и бетонных работ. Его метод «приведённого бетона» вошёл в арсенал проектных организаций.

Ещё одно направление исследований касается экономического обоснования проектов. Здесь Борис Веденеев усовершенствовал методики определения эффективности гидроэнергетических объектов. Он ввёл градацию строительных затрат, разделив все проектируемые и строящиеся ГЭС на дешёвые, недорогие, сравнительно дорогие и безусловно дорогие. По рекомендациям учёного, электротрёмы потребителей рационально разме-



Б. Е. Веденеев

науки и техники Борис Евгеньевич получил звание действительного члена АН СССР.

В 1930-е – 1940-е годы Веденеев интересовался такими важными для народного хозяйства вопросами, как комплексное освоение Волго-Каспийского бассейна, изучение и использование природных ресурсов Алтайско-Иртышского региона, развитие энергетики Урала и прилегающих территорий.

Исследовательскую и педагогическую деятельность Борис Евгеньевич успел сочетать с обширной административной и научно-организационной работой. Возглавляя Гидравроэнергострой, он одновременно активно трудился в учёном совете Энергетического института АН СССР, был председателем учёного совета руководимой им секции по научной разработке проблем водного хозяйства Академии наук. Борис Веденеев состоял во многих академических комиссиях и советах.

В годы Великой Отечественной войны именитому учёному доверили посты заместителя народного комиссара электростанций СССР (в современной терминологии – замминистра) и председателя Технического совета Народного комиссариата электростанций. Борис Веденеев был членом Чрезвычайной государственной комиссии по установлению и расследованию злодейий немецко-фашистских захватчиков, где руководил работой по оценке ущерба, нанесённого энергетике страны. Он активно помогал разработать послевоенное пятилетнее плана по восстановлению народного хозяйства.

С 1944 года Борис Веденеев занимал должность ответственного редактора старейшего русского журнала «Электротехника». Он также был одним из руководителей Всесоюзного совета научных инженерно-технических обществ.

Борис Веденеев оставил след в истории не только как выдающийся учёный и инженер, но и как государственный деятель. Его дважды избирали депутатом Верховного Совета СССР.

За заслуги в области энергетики Борис Евгеньевич Веденеев был награждён тремя орденами Ленина, орденом Великой Отечественной войны I степени и двумя орденами Трудового Красного Знамени. Его имя было присвоено Всесоюзному научно-исследовательскому институту гидротехники в Ленинграде. Э

# ЗМЕЙ ВРАЩАЕТ БАРАБАН

**К УСТАНОВЛЕННЫМ ГЕНЕРИРУЮЩИМ МОЩНОСТАМ ДОБАВЛЯЮТСЯ ВЗЛЕТЕВШИЕ В НЕБО**

**И**дея поднять ветровую турбину в воздух с помощью летательного аппарата, избавившись от башни, выглядит очень заманчиво – ведь на большой высоте ветер стабильнее и сильнее, чем вблизи земной поверхности, а кинетическая энергия ветра возрастает пропорционально величине его скорости, возведённой в куб. Но ещё интереснее оказалось решение, при котором турбины вообще нет – или можно сказать, что её роль выполняет сам летательный аппарат.

Аэроветроэнергетическая (англ. Airborne Wind Energy, AWE) система обычно состоит из двух частей – наземной и воздушной, – соединённых тросом. Отказаться от троса теоретически возможно, но тогда придётся решать проблему передачи выработанной энергии на землю. Например, в 2010 году венгерский изобретатель Габор Добош получил международный патент на ветроэнергетическую установку, состоящую из автономного планера с оборудованием для сжигания воздуха на борту и наземной станции для приёма заправленных баллонов. Однако на практике эта концепция, насколько известно, реализована не была – слишком сложно.

## РЫНОК ГОТОВИТСЯ К ВЗЛЁТУ

Установки с тросом можно разделить на две группы в зависимости от типа летательного аппарата: легче или тяжелее воздуха. В первую попадут решения на основе аэростатов и дирижаблей, во вторую – на основе воздушных змеев, планеров (форма может быть разной), гироскопов и т. п. Конструировались также системы с использованием «кайтунов» (англ. kutoon, из kite + balloon), то есть воздушных змеев, имеющих ёмкость, наполненную лёгким газом. Ещё один способ классификации – по положению электрогенератора: наверху (в случае аппаратов легче воздуха возможно только так) или внизу, на земле.

Самый популярный вариант технического решения с генератором на земле часто называют «турбина типа “воздушный змей”» (kite type turbine), хотя классической турбины в

смысле ротора с лопatkами в нём нет: змей просто летит и разматывает трос, заставляя вращаться барабан на установленной внизу лебёдке, который соединён с генератором. После того как трос оказывается полностью выбранным, включается обратный ход лебёдки и змей возвращается в исходное положение. Поскольку поднимается змей по длинной сложной траектории вроде «лежачей восьмёрки» или спирали, а спускается почтой по прямой, на спуск тратится существенно меньше энергии, чем было выработано. Затем весь цикл повторяется. Согласно данным, опубликованным в 2013 году, именно такие решения показали наибольший количественный рост в период 2008–2012, а в актуальном списке разработок в сфере аэроветроэнергетики они составляют порядка трёх четвертей. Рассмотрим несколько проектов.

## «КЛАССИЧЕСКИЕ» ЗМЕИ

Нидерландский стартап Kitepower сделал ставку на создание мобильной простой в



использовании малой системы для индивидуальных покупателей – что, впрочем, не уникально. Разрабатываемая сейчас модель имеет номинальную мощность 100 кВт. (Это круглое число мы найдём ещё у ряда разработчиков.) Воздушная часть конструкции представляет собой змей с надуваемой передней кромкой (мягкое крыло, тот же тип, что используется для серфинга). На нём установлена система дистанционного управления, включающая вычислительный модуль, серво-

моторы, которые непосредственно регулируют натяжение нитей узелки, и небольшую бортовую турбину для электропитания всего комплекта оборудования. Основной генератор находится внизу и приводится в движение барабаном лебёдки. Трос змей изготовлен из высокомолекулярного полиэтилена.

На конференции по аэроветроэнергетике AWEC (Airborne Wind Energy Conference), прошедшей в 2019 году в Глазго, немецкая компания EnerKite впервые, по её словам, смогла продемонстрировать «стабильный контроль воздушного змея, описывающего круги на длинном тросе, при запуске и посадке». Это была исключительно сложная задача, так как змей EnerKite не имеет системы дистанционного управления – им управляют с земли с помощью строп. Однако в штатном режиме он движется по замкнутой траектории – сначала поднимается, описывая несколько «горизонтальных восьмёрок», затем снижается по короткой дуге и вновь начинает набирать высоту, так что ему не нужно всякий раз приземляться в конце цикла и взлетать в начале. Компания уже выпускает коммерческие системы: EK200 мощностью 100 кВт с рабочей высотой полёта 200 м и площадью крыла 30 м<sup>2</sup>, и EK1M мощностью 500 кВт с рабочей высотой полёта 300 м и площадью крыла 125 м<sup>2</sup>.

## ПЛАНЕРЫ-САМОЛЁТЫ

В системе с наземным генератором другой нидерландской компании, Ampru Power, используется летательный аппарат жёсткой конструкции, по виду похожий на самолёт с двумя фюзеляжами. В воздушном потоке он парит как планер, а взлетает и садится как самолёт – с работающими пропеллерами. На сегодня близка к готовности или даже уже готова демонстрационная модель AP3, которая должна летать на высоте 250–400 м, вырабатывая мощность порядка 150 кВт. На предыдущих прототипах отработаны полностью автоматизированные взлёт и посадка – это предмет особой гордости разработчиков. Они зарегистрировали своё детище в национальном реестре

Мария СУХАНОВА

# СТОРОЖ ДЛЯ ЖАЛА



## КАК СОБРАТЬ УСТРОЙСТВО, КОТОРОЕ НЕ ЗАБУДЕТ ВЫКЛЮЧИТЬ ПАЯЛЬНИК

**Т**ем читателям, которые ещё не обзавелись современной паяльной станцией с функцией отключения через заданное время бездействия, мы предлагаем собрать сторожевое устройство для обычного паяльника. Оно поможет продлить время жизни паяльного жала, даст некоторую экономию электроэнергии и безопасность для домочадцев.

Датчик HC-SR501 имеет джампер, который позволяет выбирать режим единичного замера или постоянного контроля движения. Нам понадобится второй режим: пока человек будет находиться рядом, двигаться и перемещаться горячий паяльник (создающий сильный ИК-сигнал), датчик будет обнулять восьмиразрядный двоичный КМОП-счётчик K561IE10 (см. схему на шаге 3). Если же движение прекратится, то через 128 тактов задающего генератора (собран на трёх инверторах K561LN12) на последнем выходе счётчика появится сигнал, который заблокирует дальнейший счёт и включит реле, а оно в свою очередь обесточит паяльник. Для возобновления его нагрева никаких кнопок нажимать не нужно – достаточно подойти, чтобы среагировал ИК-сенсор сторожа. Кстати, системы автоматического управления освещением обычно настраивают на дистанцию пять–семь метров, в нашем случае – от сломанного источника бесперебойного питания мощностью 650 В·А.

Собрать устройство можно в розеточной колодке Schneider Electric, которая составлена из отдельных независимых розеток. Вы без труда удалите одну–две из них, чтобы освободить место для размещения PIR-датчика, электронной платы, реле и блока питания для них. Другой вариант – распаячная коробка. Питать сторож можно от заводского или самодельного сетевого адаптера, изготовленного, например, из драйвера

«ноль» (нулевое напряжение) и «единица» (+3,3 В). Для согласования этих уровней с 12-вольтовыми КМОП-схемами применён ключ на транзисторе KT315B. Обмотка нашего реле коммутируется импортным n-p-n-транзистором 2N5609, вместо которого можно применить отечественный KT815 с коэффициентом усиления 80 и выше.

Частоту задающего генератора нужно будет подобрать так,

чтобы он выдавал счётный импульс где-то раз в пять секунд.

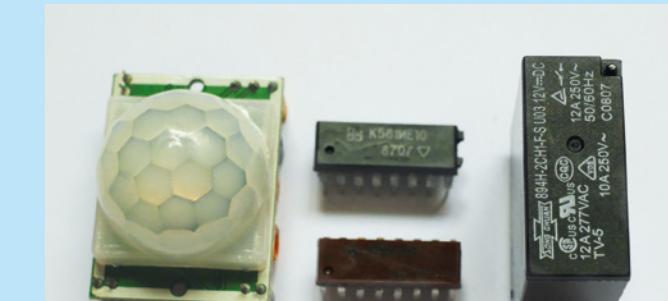
(Мы во времязадающей RC-цепочки использовали неполярный электролитический конденсатор на 10 мкФ и резистор на 510 кОм.) Тогда 128 тактов проходят примерно за 10 минут 40 секунд.

Для индикации мы применили два светодиода в одном корпусе – зелёный и красный. Светодиоды включены таким образом, что в нормальном режиме на стороже переключаются оранжевый и красный. Светодиод не обязательно физически выводить на крышки коробки – можно проложить световод из прозрачной пластины.

Кстати, сторож сможет управлять настольной лампой, торшером и даже утюгом, если в нём установить сильноточечное реле.

При работе будьте осторожны, соблюдайте правила техники безопасности.

Итак, приступим!



**ШАГ 1.** Приготовьте датчик движения HC-SR501, подходящее реле, работающее на размыкание, микросхемы K561IE10 и K561LN12 (ЛН1), транзисторы KT315 и 2N5609, а также обычную сетевую розетку.



**ШАГ 2.** Соберите удобную конструкцию из распаячной коробки и розетки. Сетевой шнур подключите к розетке через разъёмные контакты реле. Помимо него разместите в коробке блок питания на постоянное напряжение 12 В.



**ШАГ 4.** Подайте питание на собранную схему и убедитесь в том, что светодиод переключается оранжевым и зелёным цветами, а через десять минут начинает мигать красным. При необходимости подберите значения R1 или C1.



**ШАГ 5.** Переведите PIR-датчик в режим постоянного контроля движения и подсоедините его к плате. Убедитесь в том, что через десять минут после прекращения всякого движения в окрестности датчика реле обесточивает розетку.



**ШАГ 6.** Спрячьте плату и датчик движения в коробку, оставив снаружи сигнальный светодиод и купол ИК-линзы. Опробуйте устройство в работе с паяльником, настройте чувствительность датчика. Желаю удачи!





# ЗАМЫКАЯ ЦИКЛ

**ШВЕЙЦАРСКИЕ УЧЁНЫЕ В СОДРУЖЕСТВЕ С АВТОИМПОРТЕРАМИ РАБОТАЮТ НАД СПОСОБАМИ УТИЛИЗАЦИИ СТАРЫХ АККУМУЛЯТОРОВ**

**Ф**резы острыми зубьями врезаются в блоки отработавших аккумуляторных батарей. Рассекая алюминиевую фольгу на пачках полимерно-литиевых сбоков, установка наполняет контейнер мелкими разноцветными кусочками металла, выпачканными в графите и электролите.

Шредер для ионно-литиевых аккумуляторов впервые был создан только весной 2019 года. Раньше это казалось немыслимым, поскольку их электролит на воздухе легко воспламеняется. Достаточно небольшой искры, и он начинает полыхать жёлтым огнём, испуская ядовитый дым.

Чтобы не допускать возгорания, немецкая компания Duesenfeld полностью разряжает аккумуляторы перед их загрузкой в шредер, а его герметичный корпус наполняет инертным азотом. Легко воспламеняющийся электролит выпаривается и откачивается из камеры, после чего уже оттуда извлекается аккумуляторная крошка. Из неё можно получать ценные материалы, доведя степень их повторного использования до 96%.

## В РОСТ

По дорогам Швейцарии уже бегает около 45 тысяч электромобилей и подключаемых к сети гибридных авто. Но это только начало: в 2020 году автопроизводители выпустят в продажу новые модели с существенно улучшенными характеристиками, которых так жаждут покупатели. Например, группа «Фольксваген» выкатывает массовый полностью электрический хэтчбек ID.3. Самое время всерьёз задуматься о том, что делать с аккумуляторами машин, которые отслужат свой срок или будут разбиты в аварии.

Швейцарская ассоциация импортеров автомобилей предвидела эту проблему заранее и ещё в 2018 году обратилась в научно-исследовательский институт EMRA с просьбой разработать схему переработки аккумуляторов для извлечения и повторно-

го использования редких металлов. У EMRA есть опыт таких разработок, но он касается электронных приборов и компьютеров. Между тем в стране с 1992 года существует фонд вторичной переработки автомобилей (Swiss Auto Recycling Foundation), однако ситуация с электромобилями осложняется тем, что в их цену не заложены затраты на утилизацию.

С марта 2019-го лаборатория «Технологии и общество» EMRA реализует совместный проект с фондом вторичной переработки. Сотрудники лаборатории уже проанализировали опыт соседних стран, подсчитали экологический щерфт от аккумуляторов в случае, если они окажутся на свалке, и оценили затраты на вторичную переработку, а также создали компьютерную модель для оценки её объёмов. В результате была выбрана оптимальная стратегия.

## Горячо – холодно

В большинстве случаев ионно-литиевые аккумуляторы перерабатывают, нагревая их в печах до высоких температур. Лидером «горячего» рециклинга считается бельгийская компания Umicore. В результате разогрева аккумуляторов электролит, графит и алюми-

ниих доставки на перерабатывающее производство. «Тяговые батареи, повреждённые в автокатастрофе, могут неожиданно загореться. Поэтому их следует перевозить в специальных контейнерах как опасные грузы», – объясняет директор фонда повторной переработки автомобилей Дэниел Кристен. А это затратно и долго. Недаром фонд ищет недорогие способы «разорвать» аккумуляторы перед доставкой на завод.

В этой сфере уже кое-что придумано. Компания Bluebox Trading использует специальный контейнер Firebox, об оборудованый системой автоматического огнетушения. В контейнер поместится весь электромобиль или несколько аккумуляторных блоков.

Кроме того, специалисты по доставке и вторичной переработке аккумуляторов должны пройти специальную подготовку и действовать так, чтобы выведененные из эксплуатации электромобили ни для кого не представляли опасности. Уже



ний выгорают, превращаясь в бесполезный шлак (так что эти материалы пропадают), а медь, кобальт и никель образуют сплав, из которого можно на аффинажном заводе выделить чистые металлы.

**Тяговые батареи, которые были повреждены в автомобильной катастрофе, могут неожиданно загореться. Поэтому их нужно перевозить в специальных контейнерах как опасные грузы.**

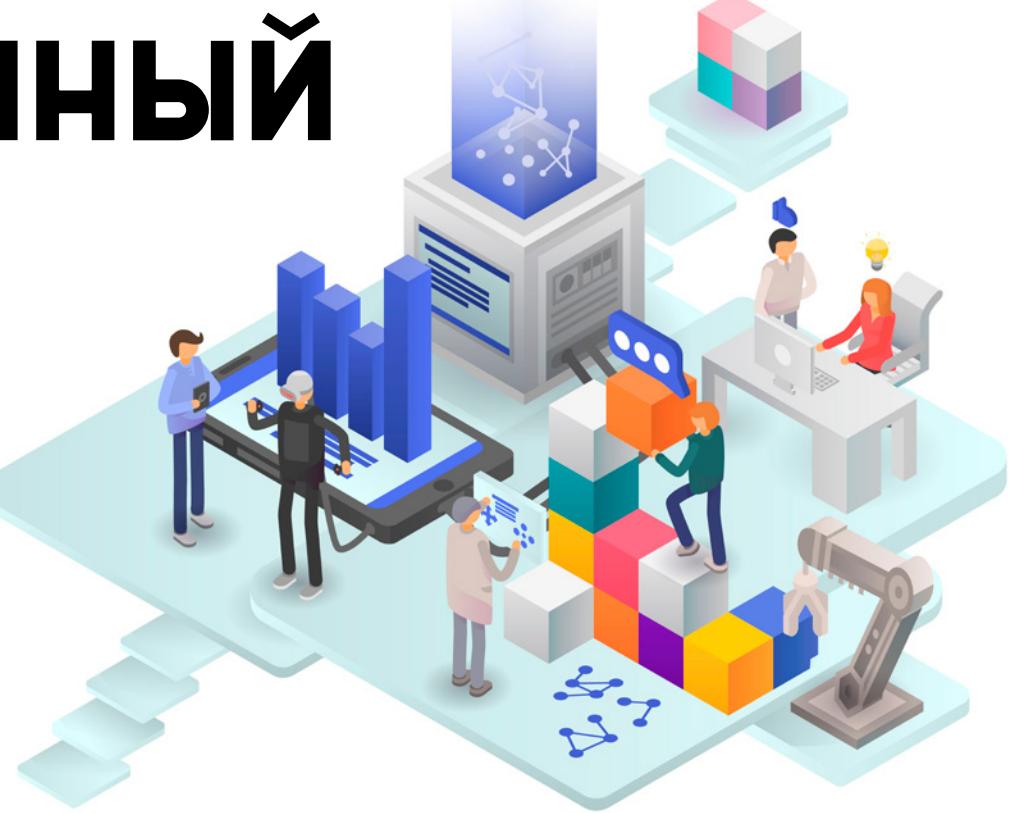
их доставки на перерабатывающее производство. «Тяговые батареи, повреждённые в автокатастрофе, могут неожиданно загореться. Поэтому их следует перевозить в специальных контейнерах как опасные грузы», – объясняет директор фонда повторной переработки автомобилей Дэниел Кристен. А это затратно и долго. Недаром фонд ищет недорогие способы «разорвать» аккумуляторы перед доставкой на завод.

В этой сфере уже кое-что придумано. Компания Bluebox Trading использует специальный контейнер Firebox, об оборудованый системой автоматического огнетушения. В контейнер поместится весь электромобиль или несколько аккумуляторных блоков.

Кроме того, специалисты по доставке и вторичной переработке аккумуляторов должны пройти специальную подготовку и действовать так, чтобы выведененные из эксплуатации электромобили ни для кого не представляли опасности. Уже

# БЕСЦЕННЫЙ ОПЫТ

**ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕНЕРАЦИЯ НАБИРАЕТ СИЛУ**



Издательство  
ООО «Медиа-холдинг  
“Западная Сибирь”»

Главный редактор  
Иван Рогожкин

Консультант  
Людмила Зимина

Обозреватели  
Павел Берзруков  
Мария Суханова

Нач. выпускского работали  
Наталья Богоявленская  
Максим Родионов  
Мария Хомутская

Фото  
Александр Поляков  
Виталий Савельев

Отдел рекламы  
E-mail: WELCOME@OILRU.COM

Редакция  
Телефон: +7 (916) 422-95-19  
Web-site:  
www.energovector.com  
E-mail: EVECTOR@OILRU.COM

FACEBOOK  
[http://facebook.com/  
ENERGOVECTOR](http://facebook.com/ENERGOVECTOR)

Дополненная реальность  
[http://ORBSOFT.RU/DOP\\_REAL/](http://ORBSOFT.RU/DOP_REAL/)

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

Подписано в печать  
7.2.2020 г.

Цена договорная

Редакция не несет  
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:  
Dmitry Bayer on Unsplash

**Т**енденция постепенного перехода от централизованной энергетики к распределённой конечно же возникла не на пустом месте. Стали доступны компактные, надёжные и высокоеффективные газотурбинные установки, которые можно расположить поближе к потребителям. Но не менее важно иметь грамотный персонал и хорошие условия для его работы.

Рассказывает Роман Викторович РАЗУМЕЕВ – начальник цеха по обслуживанию электрооборудования № 3 Сервисного центра «Усинскэнергогенфит» Усинского регионального управления ОOO «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Выбор профессии – непростая задача. У многих ребят после школы ещё нет чёткой картины, ком бы они хотели стать. На мой же выбор повлияло то, что родители мои работали в энергетике. После окончания Уральского государственного горного университета, где я учился по профилю «электроснабжение», я полтора года отработал на дизель-моторном заводе в Екатеринбурге, после чего поехал на родину, в Западную Сибирь, чтобы заняться эксплуатацией промысловых электростанций в ОOO «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ».

Чем мне нравится работа? Надёжная энергетика необходима для существования и стабильного развития всей страны, любого её поселения и предприятия. Я рад, что вот уже восьмой год подряд вношу свой вклад в бесперебойное и надёжное энергоснабжение производственных объектов «ЛУКОЙЛА». И с коллегами люблю общаться, все они – высококвалифицированные люди, профессионалы своего дела, обслуживающие сложное энергетическое оборудование.

Ещё до окончания университета мне довелось немного поработать в

предустроившись к потребителям пропущены две двухцепные линии 110 кВ. С сетями МРСК Северо-Запада «Комизнерго» электростанция связана двумя транзитными КВЛ 35 кВ через ПС 220/35/6 «Промысловая».

Приятно отметить, что Усинская ТЭЦ достраивается и развивается. Недавно у нас запустили узел подготовки рабочего агента (УПРА), с помощью которого тепло уходящих газов газотурбинных установок передаётся горячей воде, закачиваемой в нефтеносный пласт через нагнетательные скважины. УПРА включает котлы-утилизаторы, теплообменники, насосное и деаэрационное оборудование, необходимое для подготовки воды с требуемыми параметрами (давление, температура, расход). Котлы-утилизаторы предъявляют высокие требования к качеству воды, а потому работают в замкнутом контуре. Собственно рабочий агент (вода) подогревается через промежуточные теплообменники.

Для работы на участке УПРА штат нашего сервисного центра был пополнен специалистами, имеющими теплотехническое образование и требуемый опыт. После подключения тепловой нагрузки ТЭЦ режим работы основного оборудования изменился. Теперь постоянно действует одна из двух газотурбинных энергостанций, подсоединенными к котлам-утилизаторам.

После Покача я успел поработать на Яреге, где построены три энергоблока мощностью по 25 МВт. В энергогенераторе «Ярега» для закачки в нефтяные пластины вырабатывается пар. Электрооборудование там по большей части такое же, как в Усинске.

Я вижу, что при проектировании новых ТЭС был учтён опыт эксплуатации газотурбинных электростанций в Западной Сибири. Усинская ТЭЦ построена так, чтобы было удобно работать оперативному персоналу. Продуманы подходы ко всему оборудованию, удачно расположены ЗРУ 35 кВ, ОРУ 110 и ОРУ 35 кВ. Оператор может проводить

переключения с автоматизированного рабочего места.

Коллектив нашего цеха – это крепкая сплочённая команда из 73 человек (средний возраст 37 лет), где каждый является профессионалом своего дела. Работа на станции общая, службы всегда помогают друг другу независимо от направления деятельности.

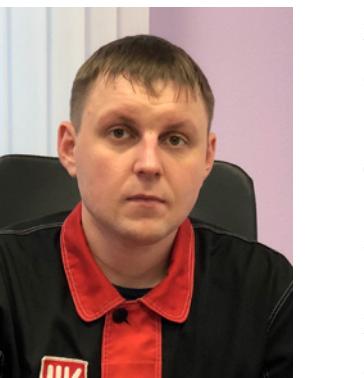
На производстве наши сотрудники обретают бесценный опыт работы с новым оборудованием. Кроме того, полезно знание азов экономики. На станции ежесуточно анализируются графики и объёмы выработки электрической и тепловой энергии. С учётом данных от потребителей рассчитываются оптимальные режимы работы генерирующих установок.

За время работы в энергетике мне ярче всего запомнился случай в Западной Сибири. В воздушную линию ударила молния, и весь оперативный персонал станции действовал быстро и слаженно, чтобы как можно скорее восстановить подачу электроэнергии потребителям. Здесь главное – дружные и эффективные действия команды.

Мои принципы – быть целеустремлённым, инициативным, упорным, принимать решения исходя из здравого смысла – помогают добиваться поставленных целей. Из качества характера могу назвать стрессоустойчивость, терпеливость, изобретательность, стремление к постоянному саморазвитию, уравновешенность и умение быстро действовать в сложных ситуациях. Помогают также выносливость и хорошая физическая подготовка.

Свободное от работы время стараюсь проводить с семьёй. Что касается увлечений, то интересуюсь историей и автомобилями. Я много читаю – в круг моего чтения главным образом входят техническая и историческая литература.

Читателям «Энерговектора» желаю профессионального роста и укрепления важных для энергетика навыков. Ставьте перед собой высокие цели и добивайтесь их! **Эв**



Роман РАЗУМЕЕВ  
(ООО «ЛУКОЙЛ-ЭНЕРГОСЕТИ»)

ЭВ

# НЕФТЯНИК

ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Издаётся с 2004 г.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА

ЦИФРА НЕДЕЛИ:

Добычи с начала года в Югре и ЯНАО

79,1

млн тонн нефти

165,3

млрд куб. м газа

ЛУКОЙЛ НОВОСТИ СТАТЬИ ФОТОНЕДЕЛЯ PDF АРХИВ

Search



## Сибирь - место рождения лукойла

Для всех работников лукойла ноябрь - особый месяц: Компания с мировым именем отмечает свой день рождения. 25 ноября 1991 года вышло Постановление Правительства РСФСР №18 об образовании нефтяного концерна «ЛАНГЕПАСУРАЙКОГАЛЬМНЕФТЬ» (ЛУКОЙЛ), который объединил три нефтепро

мышленные эксплуатацию Надоянского и Пийинского месторождения уже прошли себя, то теперь пришла очередь показать свои возможности Южно-Мессоях-



А олени лучше!

Выпуск № 45 (533) 12 ноября, 2018

Без конкурентов  
в этом мире  
«Нефтяник  
Западной Сибири»

