



**Энергия везде
и в любую погоду**





В ЧЕСТЬ 30-ЛЕТИЯ

Группа альпинистов под руководством члена Югорского регионального отделения Российского географического общества Константина Груздева в январе 2021 года взойшла на Эльбрус, чтобы покорить высочайшую гору Кавказа и развернуть на её вершине флаг с эмблемой тридцатилетия «ЛУКОЙЛа».

Несмотря на огромную высоту, 5642 метра, летом восхождение на Эльбрус среди альпинистов считается относительно простым предприятием. Зимой же всё бывает иначе. Когда путешественники поднялись в горный приют Гара-Баши (отметка 3750 м), началась пурга, которая не только ухудшила видимость, но и принесла дикий холод. Альпинисты пережидали непогоду десять дней.

Просто сидеть на высоте и ждать было невозможно, поэтому ребята занялись акклиматизацией. Чтобы её выработать, с базы делали вылазки с поэтапным продвижением всё выше и выше. Хотя была штормовая погода, тренировались ежедневно. И каждый раз прокладывали новый маршрут, так как пурга быстро заметала следы. Если посчитать по километражу во время акклиматизационных треков, получится, что группа совершила не одно восхождение.

«Мы не видели солнца семь дней, – рассказал опытный альпинист Николай Тотмянин. – Да что там солнца, мы не видели гор, вообще ничего из тех красот, которыми славится Эльбрус, даже друг друга иногда едва различали». Двадцать второго января установилась хорошая погода, и взгляду спортсменов предстала сверкающая ледяная вершина, с которой шквальный ветер сдул весь снег. «Чтобы взойти по такому льду, необходимо не просто хорошее снаряжение, оно должно быть идеальным», – отметил Николай Тотмянин. То же самое касалось состояния участников восхождения: они должны быть в превосходной форме.

Из шестерых альпинистов группы в отличном физическом состоянии на тот момент были трое. И они успешно преодолели сверкающие ледово-фирновые поля с помощью ледовых кошек, ледорубов, ледовых крючьев-ледобуров и страховочной верёвки.

На вершину ребята поднялись 22 января в 12:00. Вместе с флагом «ЛУКОЙЛа» участники восхождения подняли на высшей точке России и Европы флаги Ханты-Мансийского автономного округа и Югорского регионального отделения Русского географического общества.



СЧАСТЬЕ ТВОРЧЕСТВА

Первичная профсоюзная организация ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» провела традиционные конкурсы детского рисунка и праздничной новогодней игрушки среди детей сотрудников организации.

В этот раз на конкурс было представлено 87 работ, в том числе 24 рисунка на тему «Мой папа (моя мама) энергетик», которые были выставлены в фойе административно-хозяйственного корпуса Ростовской ТЭЦ-2. Ребята изготовили также 63 ёлочные игрушки, украсившие корпоративную ёлку. Жюри приняло решение не выбирать победителей, а наградить всех участников денежными сертификатами для покупок в детских магазинах.

Дети записали для энергетиков очень трогательные стихи и поздравления, которые были показаны на экране возле главной ёлки ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго». А чтобы поддержать праздничное настроение среди сотрудников предприятия, профсоюзная организация оформила в холле Ростовской ТЭЦ-2 сказочную фотозону. «В этот непротой для всего мира период мы очень хотели порадовать своих работников и привнести в их будни немного праздника и хорошего настроения», – сказала председатель ППО ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго» Людмила Попова. – Надеюсь, нам это удалось».

ДВИЖУЩАЯ СИЛА

Компания Valeo (Франция) разработала для электровелосипедов модуль двигателя, объединённого с семиступенчатой автоматической коробкой передач. Модуль Smart e-Bike System устанавливается в pedalном узле и помогает велосипедисту крутить педали, автоматически переключая передачи для наибольшей энергетической эффективности.

Необычное техническое решение позволило обеспечить очень большой вращающий момент, заменить велосипедную цепь на ремень и добавить задний ход. По данным компании, усилие человека умножается в восемь раз, так что с помощью нового модуля велосипедист сможет везти груз массой 150 кг в гору с уклоном 14%. Для питания двигателя требуется 48-вольтовый аккумулятор. На руле располагается блок автоматической системы, которая настраивается на индивидуальный стиль езды.



ПОСПЕШНОЕ РЕШЕНИЕ

Глава Комитета Госдумы по энергетике Павел Завальный призвал Минфин осторожно подходить к отмене льгот в нефтяной отрасли и привел в пример месторождения «ЛУКОЙЛа» в Республике Коми, ставшие нерентабельными после того как были аннулированы льготы на сверхвязкую нефть (СВН). Комитет намерен изучить последствия прекращения их эксплуатации, в том числе для местного населения. Павел Завальный напомнил, что с 1 января отменена возможность устанавливать пониженную экспортную пошлину на высоковязкую и сверхвязкую нефть, также были убраны льготы по НДС при добыче СВН. «Отменили льготы, и в итоге пара месторождений компании «ЛУКОЙЛ» в Коми попала в зону нерентабельной разработки. Нефть там как сало, можно резать ножиком. Чтобы её добыть, нужна высокая температура... Значит, компания будет вынуждена принять решение о прекращении добычи. Все эти месторождения градообразующие, люди останутся без работы», – прокомментировал ситуацию депутат. По его словам, при отмене льгот нужно аккуратно просчитывать последствия, тем более что налоговая нагрузка на отрасль и так высока. «Минфин, наверное, словно бухгалтер, смотрит на доходы, а где их взять, кроме как у нефтяников? В итоге налогообложение нефтегазового комплекса находится на критической отметке, превышая 70% от выручки», – сказал Завальный.

Говоря о грамотном подходе к учёту специфики месторождений, глава комитета привел в пример льготу по НДС для Самотлорского месторождения. Она была предоставлена в ноябре 2017-го в виде ежегодного снижения суммы на 35 млрд рублей сроком на 10 лет. «Таким должен быть подход к каждому месторождению. Когда принимается решение без оглядки на специфику эксплуатации, это очень плохо», – заключил глава комитета.

В декабре 2020 года депутаты Государственного совета Республики Коми обратились в Совет Федерации и Госдуму с просьбой сохранить льготы по НДС и вывозным таможенным пошлинам для сверхвязкой и высоковязкой нефти. По словам председателя Госсовета Сергея Усачёва, эти льготы сохраняют рабочие места в отрасли. В России извлекаемые запасы СВН превышают 2 млрд тонн. Более 15% из них находятся в Республике Коми.



ПАМЯТЬ О ГЕРОЯХ

Первого и второго февраля руководители и рядовые работники ООО «ЛУКОЙЛ-Волгоградэнерго» приняли участие в торжественных мероприятиях, посвящённых 78-й годовщине разгрома фашистских войск в Сталинградской битве.

По традиции энергетики почтили память защитников Сталинграда в составе делегации организаций Группы «ЛУКОЙЛ» в Волгоградской области, возложив венки и цветы к Вечному огню на Аллее Героев, в зале Воинской славы на Мамаевом кургане и на Воинском мемориальном кладбище.

Второе февраля 1943 года стало переломным моментом в ходе одной из самых кровопролитных войн. Исход героического сражения на Волге определил судьбы народов мира. Подвиг участников Сталинградской битвы увековечен в истории человечества. За этой датой – судьбы десятков тысяч мирных жителей и солдат, оборонявших город.

ЭНЕРГИЯ БУДУЩЕГО?

Немецко-американская компания Neutrino Energy Group заявила о возможности построить электрогенератор, который будет получать энергию из потока нейтрино, пронизывающих пространство. А поток этот немалый: через каждый квадратный сантиметр земной поверхности каждую секунду проходит 60 миллиардов частиц.

По данным компании, для преобразования энергии нейтрино в электрический ток годится многослойная структура с применением графена. Экспериментально обнаружено, что нейтрино вызывают сильные колебания атомов именно у этого вещества. Предложена структура, в которой слой графена и легированного кремния чередуются друг с другом. Нейтрино возбуждает в графене волны. И когда графен соприкасается с легированным кремнием, он отдаёт электроны. Эксперименты в клетке Фарадея в бетонном бункере на глубине тридцати метров под землёй фиксируют генерацию постоянного электрического тока.

Руководитель компании Холгер Шубарт рассказал, что идею извлечения энергии из потока нейтрино никто не воспринимал всерьёз до 2015 года, когда Нобелевская премия по физике была присуждена за открытие нейтринных осцилляций, свидетельствующих о наличии массы у этих трудноуловимых частиц.



НА БЛАГО ПРИКАМЬЯ

ПАО «ЛУКОЙЛ» и администрация Пермского края 4 февраля подписали Протокол о взаимодействии на 2021 год. Согласно протоколу компания поддержит реализацию социально значимых для региона проектов. В частности, продолжится возведение системы теплосетей в посёлке Куеде и общеобразовательной школы в посёлке Тюш. В городе Чернушке появится многофункциональный стадион. Самый крупный проект – расширение Пермского театра юного зрителя (на фото) с возведением малой сцены. Она будет находиться в Доме уездного земства (памятник градостроительства и архитектуры регионального значения) на улице Пермской, который отреставрируют.

«Малая сцена театра будет готова к 300-летию Перми, в 2023 году. Это подарок нефтяникам региону. Проект грандиозный, он не только даст возможность роста для театра, но и преобразит облик одной из центральных улиц Перми», – отметил президент ПАО «ЛУКОЙЛ» Вагит Алекперов.

«В сентябре прошлого года мы подписали большое соглашение с «ЛУКОЙЛом» – наш совместный ориентир на ближайшие пять лет. Сегодня подтвердили и конкретизировали планы. Чёткая последовательность действий и верность принятым обязательствам отличает одного из наших главных партнёров и даёт уверенность, что всё задуманное будет реализовано. Это особенно важно при подготовке к юбилею Перми», – сказал губернатор Пермского края Дмитрий Махонин.

ВОДОРОД ДОВЕЗЁТ

Перспективы применения водорода в качестве топлива для электрогенерации пока ещё весьма туманны, другое дело авиация, где крайне важна такая характеристика топлива, как удельная энергоёмкость на единицу массы.

Корейская компания Doosan Mobility Innovation успешно опробовала дроны с водородными топливными элементами для доставки гуманитарной помощи в труднодоступные регионы. Летательные аппараты за два часа доставили маски и медикаменты с Виргинских островов (США) на гору Халласан, находящуюся на корейском острове Чеджудо. В дронах используются уникальные протонообменные мембраны, разработанные Doosan Mobility Innovation.



АЛЬПИЙСКАЯ ЭНЕРГИЯ

Концерн Siemens оснастил высокогорную альпийскую базу Монте-Роза в Швейцарии новыми накопителями энергии. Свинцово-кислотные аккумуляторы общей массой 8,6 тонны были заменены на ионитиновые батареи массой 2,7 тонны.

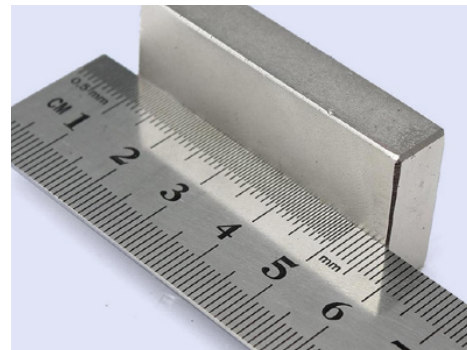
Футуристическое здание турбазы, построенное в 2009 году, имеет деревянный каркас и снаружи облицовано алюминием. С 2010 года альпинистский приют практически полностью обеспечивает себя энергией благодаря тепловым солнечным коллекторам и фотоэлектрическим панелям на южном фасаде. Аккумуляторы используются в энергосистеме здания для накопления электроэнергии. Специалисты Siemens дистанционно следят за состоянием энергооборудования базы.

ОБЛЕТАЯ ЛЭП

Концерн «Вега», входящий в холдинг «Росэлектроника», разработал комплекс для мониторинга ЛЭП с воздуха. Комплекс, в состав которого входят беспилотный летательный аппарат (БЛА), зарядные станции и специальное программное обеспечение, способен в автоматическом режиме собирать, передавать и анализировать данные о состоянии сетей.

Дрон летит по заданному маршруту, самостоятельно определяя ракурсы для фото- и видеосъемки. Программа анализирует собранные данные и при обнаружении дефектов в элементах ЛЭП выгружает их в ERP-систему «Россетей». «Программное обеспечение позволяет обрабатывать большой объём данных с БЛА и находить нарушения на воздушных линиях электропередачи, указывая на них оператору и отправляя информацию в систему планирования ремонтов. ПО проводит 3D-моделирование местности на основе полученных от беспилотника снимков, анализирует геометрию воздушных линий и выявляет дефекты», – комментирует Владимир Кабанов, генеральный директор концерна «Автоматика», который разработывал программное обеспечение системы.

Дрон оснащён системой точной посадки на площадки зарядных станций, куда он приземляется с отклонением не более нескольких сантиметров. Разработчикам также удалось решить проблему электромагнитной совместимости: сильный фон от электросетей не влияет на систему навигации беспилотника.



ВТОРАЯ ЖИЗНЬ

Завод вентильных двигателей «ЛУКОЙЛ ЭПУ Сервис» в Когалыме освоил операцию по восстановлению самарий-кобальтовых постоянных магнитов (основного компонента вентильных электродвигателей для погружных электронасосов), которые потеряли свои свойства. Раньше магниты на замену, как и новые, приобретались в Китае. Теперь они получают «вторую жизнь».

Благодаря повторному использованию компонентов предприятие смогло снизить общие затраты на производство нефтесервисного оборудования на 15%, создав двадцать два новых рабочих места.

ЧЕРЕЗ БЛОКЧЕЙН

Компания Mitsubishi Electric и Токийский технологический институт объявили о совместной разработке блокчейна для организации прямого взаимодействия между многочисленными просьюмерами и мелкими потребителями электроэнергии. Новое технологическое решение должно помочь энергосистеме лучше задействовать избыточную энергию, генерируемую возобновляемыми источниками.

Как отмечают разработчики, проблемы объединения заказов на покупку и продажу для формирования сделок, а также клиринга торговых операций в распределённой системе решены, теперь стоит вопрос оптимизации алгоритмов для выполнения различных задач. Например, при возникновении избытка мощности и, как следствие, снижении цены естественно подключать больше автомобильных зарядных станций. Однако это можно делать так, чтобы максимально увеличить прибыль всех просьюмеров в сумме или минимальную прибыль каждого из них. При этом энергокомпания, поставляющие электроэнергию своим потребителям по прямым розничным договорам, остаются вне действия системы и, в идеале, даже не ощущают её влияния.

В Японии существуют спецтарифы, по которым энергетические компании обязаны покупать избытки «зелёной» энергии у просьюмеров, однако с 2019 года эти тарифы постепенно снижаются и скоро будут совсем отменены. В этих условиях владельцы малой ВИЭ-генерации обязательно обратят внимание на блокчейн.

Тестирование системы в целях оптимизации алгоритмов и ускорения коммерциализации технологии начнётся в апреле.



ПОЛЕЗНЫЙ ГРУЗ

Группа исследователей из Университета Цинхуа (КНР) разработала экспериментальный энергосберегающий рюкзак. В нём грузовой отсек подвешивается эластичными шнурами на шкивной системе, которая закреплена на раме, надеваемой на спину. Когда человек идёт, грузовой отсек смещается вверх-вниз вдоль рамы в противофазе вертикальным смещениям тела. В результате человек при ходьбе тратит меньше энергии.

Кроме того, в рюкзаке есть трибоэлектрический генератор, преобразующий энергию трения материалов в электричество. По словам разработчиков, вырабатываемой энергии достаточно для питания электрических часов, светодиодов и люминесцентной лампы. В коммерческой версии рюкзака будет предусмотрено устройство для подзарядки смартфона. Ученые надеются помочь спортсменам, исследователям и спасателям, которые идут в отдалённые районы, где нет доступа к электричеству.

ГОРИ-ГОРИ ЯСНО!

Исследователи из НИТУ «МИСиС», Томского политехнического университета и Института катализа СО РАН им. Г. К. Борескова предложили повышать эффективность сжигания угольного топлива по новому методу. Добавляя в топливо соли меди в качестве катализаторов реакции горения, можно на 40% сократить выбросы угарного газа и в три раза снизить недожог.

Учёные добавляли нитраты, ацетаты и сульфаты меди в уголь путём его пропитки, чтобы обеспечить равномерное распределение добавки. Затем полученный материал сжигали в камере при начальной температуре 500–700 °С.

Горение ускорила благодаря выделению горючих газофазных продуктов на стадии высвобождения летучих соединений и формирования локальных очагов газообразования, которые препятствуют образованию шлака.

Авторы исследования отмечают, что в присутствии солевых агентов процесс горения становится более управляемым. Эффективность повышается в силу интенсификации реакции горения и понижения температуры.

Исследователи надеются, что применение солей меди позволит энергетикам снизить расход топлива, минимизировать затраты энергии при растопке котлов и сократить выбросы от угольных электростанций. **ЭВ**

УДАЛЁНКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

ГЕНЕРАЦИЯ ГОТОВИТСЯ К ПРЯМОМУ ДИСТАНЦИОННОМУ УПРАВЛЕНИЮ ГРАФИКАМИ НАГРУЗКИ

Прошлым летом, девятого июня, правительство распоряжением № 1523 утвердило Энергетическую стратегию Российской Федерации на период до 2035 года. В этом довольно объёмном документе (92 страницы) есть примечательный с нашей точки зрения момент. Там записан «...переход оперативно-диспетчерского управления на 100-процентное автоматическое дистанционное управление режимами работы к 2035 году объектами электрической сети 220 кВ и выше и объектами генерации 25 МВт и выше в Единой энергетической системе России, а также объектами электрической сети 110 кВ и выше и объектами генерации 5 МВт и выше в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах».

4 ЗАЧЕМ?

Среди причин подобного перехода конечно же в первую очередь следует назвать необходимость повысить эффективность работы ЕЭС России. Добиваться этого можно разными способами, в том числе исключением ручных операций (чреватых ошибками и задержками) и организацией безлюдных производств.

Во вторую очередь отметим тенденцию к ускоренному внедрению возобновляемых источников энергии. Так, по данным Системного оператора на январь нынешнего года, в энергосистеме Республики Калмыкия установленная мощность электростанций на основе ВИЭ достигла уровня 338,5 МВт. И он превышает собственный максимум потребления более чем в 2,5 раза. Электростанции на ВИЭ вносят в энергосистему дестабилизирующие воздействия, но их можно компенсировать быстрым автоматическим управлением со стороны Системного оператора. Стоит отметить, что все ветропарки, введённые в эксплуатацию в 2020 году в Ростовской области и Калмыкии, оснащены цифровыми системами дистанционного управления.

Зачем ещё нужны такие системы? Не стоит сбрасывать со счетов климатический вопрос. Нет, сейчас речь идёт не о повышении средней температуры на земном ша-

рике, а об участвовавших штормах, аномальных засухах, ливнях и снегопадах.

ЗАСУЧИВ РУКАВА

В конце прошлого года председатель правления АО «СО ЕЭС» Борис Аюев на заседании Совета производителей энергии сообщил, что в ближайшей перспективе Системный оператор особое внимание будет уделять внедрению дистанционного управления оборудованием и устройствами релейной защиты и автоматики электросетевых объектов, а также технологии цифрового дистанционного управления графиками нагрузки электрических станций из диспетчерских центров.

По словам Аюева, дистанционное управление оборудованием сетевых объектов позволяет повысить надёжность и эффективность энергосистемы, в частности радикально сократить длительность неоптимальных режимов её работы за счёт ускорения оперативных переключений. Кроме того, он заявил, что прямое дистанционное управление графиками нагрузки электростанций позволит повысить стабильность функционирования ЕЭС России благодаря более оперативному регулированию и снижению вероятности ошибочных действий оперативного персонала электростанций.

ЧТО УЖЕ СДЕЛАНО

Работы по внедрению технологий дистанционного управления оборудованием сетевых объектов 110, 330 и 500 кВ начались ещё в



Гидроагрегат Малой Краснополянской ГЭС

2013 году, когда в энергосистеме появилось достаточно подстанций нового поколения с современным оборудованием и средствами автоматизации. Первые проекты охватили объекты ПАО «Россети», ПАО «ФСК ЕЭС», АО «Сетевая компания» (Татарстан) и АО «ОЭК». На сегодня диспетчерские центры

Системного оператора управляют уже несколькими десятками подстанций с высшим классом напряжения – от 220 до 500 кВ.

Сферой внедрения технологий дистанционного управления стала также гидрогенерация. В середине прошлого десятилетия в ПАО «РусГидро» возникла задача разработать и внедрить цифровую систему доведения заданий плановой мощности до ГЭС. Дело в том, что при ручном переносе в систему управления ГЭС планового диспетчерского графика, полученного с сайта оператора балансирующего рынка электроэнергии или из информационного шлюза Системного оператора, тратилось время и порой возникали ошибки, приводившие к дополнительным небалансам мощности в энергосистеме. Специалисты Системного оператора рассмотрели несколько вариантов решения этой проблемы. Идею просто «залатать дыру», создав шлюз между Интернетом и автоматизированными системами управления технологическим процессом ГЭС, отбросили. В итоге задействовали систему управления генерирующими объектами непосредственно из диспетчерских центров Системного оператора.

На тот момент многие электростанции «РусГидро» уже работали в центральной системе автоматического регулирования частоты и перетоков мощности, где налажена автоматическая передача команд на изменение режимов по специальным каналам связи. Задания плановой мощности стали передавать по тем же каналам.

Опыт «РусГидро» наверняка пригодится в тепловой генерации.

САМ СЕБЕ ОПЕРАТОР

Стоит отметить, что жёсткое централизованное управление электростанциями противоречит рыночному принципу. В частности, ограничивает свободу энергокомпаний, так что им сложнее реализовывать те или иные стратегии поведения на рынке. А стратегии эти могут быть построены с учётом самых разных факторов: одно предприятие имеет дешёвое топливо, другое играет на разнице цен в ночные и дневные часы, третье подстраивает электрогенерацию под графики тепловой нагрузки и так далее. Каждая скотинка в стаде стремится найти себе траву посочнее и повкуснее. Системный оператор же, как пастух, руководствуется общими интересами.

Понятно, что закон есть закон: положения энергостратегии нужно исполнять. В этих условиях крупные энергетические компании,

возможно, предпочтут модель виртуальных электростанций, доступных для дистанционного управления диспетчерами Системного оператора извне и позволяющих выдерживать ту или иную стратегию балансировки нагрузок внутри. Так сказать, чтобы и овцы были целы, и волки сыты. А где виртуальные электростанции – там и возобновляемые источники энергии. Однако в данном случае ВИЭ-станции не должны быть построены по договорам о предоставлении мощности, связанным на оптовый рынок. Нужны другие механизмы.

ДВИЖЕМСЯ К ЦЕЛИ

Компания «ЛУКОЙЛ» уже готовится выполнять новое положение энергостратегии. Так, в рамках проекта по модернизации Малой Краснополянской ГЭС ООО «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго» (см. фото) опробованы технические решения по дистанционному управлению станцией без постоянного присутствия персонала. При этом для надёжности задействованы четыре шифрованных канала связи: спутниковый, сотовый и две VPN-сети на основе инфраструктуры Интернета. Стоит отметить, что за рубежом подобную связь обычно организуют по оптоволоконным кабелям, встроенным в грозозащитные тросы ЛЭП. Как показала практика, это наиболее надёжное и экономичное решение. Тем более что передача информации по фазным проводам на высокой частоте в Европе затруднена помехами от инверторов многочисленных ВИЭ-объектов. К сожалению, у нас в стране очень немногие линии электропередачи, снабжённых оптоволоконным кабелем.

При модернизации Малой Краснополянской ГЭС в автоматическую систему управления гидроагрегатом были заложены такие переходы от одного алгоритма регулирования к другому, которые исключают гидравлические удары. Предусмотрено автоматическое поддержание частоты, мощности и напряжения. В случае отказа коммуникационных каналов станция сможет работать в автономном режиме неограниченное время.

Для сокращения операционных затрат и повышения качества эксплуатации оборудования «ЛУКОЙЛ-Экоэнерго» планирует со временем организовать центральный пункт управления всеми своими электростанциями. Осмотр состояния гидротехнических сооружений будет проводиться с помощью дронов.

Иван РОГОЖКИН

ТЕНЕВАЯ ЭНЕРГЕТИКА

КОГДА ПРАВИЛА ИГРЫ НЕ ПОЗВОЛЯЮТ ВЫИГРАТЬ



Двадцать второго января председатель Комитета Государственной Думы Российской Федерации по энергетике Павел Завальный рассказал об итогах работы комитета в 2020 году и о его планах на весеннюю парламентскую сессию.

Заинтересованный читатель может сам ознакомиться с докладом парламентария – в Интернете сохранена запись его выступления. Мы же отметим, что картина, которую Павел Николаевич нарисовал зрителям в этот раз, более тревожная, чем была годом ранее.

ОДНИ ЗА ВСЕХ ОСТАЛЬНЫХ

Масштабы несправедливого перекрёстного субсидирования, при котором одни потребители доплачивают за других, продолжают нарастать. По данным Совета рынка, объём перекрёстного субсидирования в российской электроэнергетике в 2020 году увеличился на 25% по сравнению с показателем предыдущего года, превысив 500 миллиардов рублей. Отчаявшись кардинально решить проблему, регуляторы и законодатели теперь хотят просто выровнять злосчастное бремя. «Мы поддерживаем идею сделать перекрёстку более равномерной по всем категориям потребителей», – сообщил парламентарий. И рассказал, как следовало бы поступить в идеале: «Нам надо переходить на другую модель формирования стоимости электроэнергии, переносить перекрёстку между потребителями из сетевого комплекса на оптовый рынок, увеличивать прозрачность сетевых тарифов по всем уровням напряжения и переводить всех потребителей, кроме населения, на двухкомпонентный тариф, где есть оплата мощности и оплата собственно потребления электроэнергии». И действительно: расходы сетевых компаний на поддержание энергетической инфраструктуры мало зависят от объёмов передаваемой электроэнер-

гии. Сетям нужно оплачивать не энергию, а мощность. А население следует перевести на одноставочный тариф.

«СЪЕДИМ ДОТАЦИИ»

Сфера работы нормального рынка, где предприятия и частные лица заинтересованы в том, чтобы эффективнее вырабатывать и расходовать энергию, по-прежнему сужается. Опыт девяти регионов, губернаторы которых пробрили себе льготные цены на электроэнергию за счёт остальных регионов, мягко говоря, выглядит печально. Обещанного подъёма экономической активности там не наблюдается. «Это ещё один вид перекрёстки. Тот, кто субсидирует снижение цен, ограничивается в своём развитии. А тот, кто получает субсидию в виде более низкой цены электричества, оказывается не заинтересованным в энергосбережении и повышении энергетической эффективности. Эту порочную практику мы не поддерживаем», – объяснил Павел Завальный.

ЛОББИСТЫ БОДАЮТСЯ

Количество отраслевых ассоциаций, лоббирующих интересы своих членов, только увеличивается, а потому законодательные процессы всё время тормозятся. Понятно, что в конечном счёте модернизация предприятий отрасли оплачивают потребители, но это не умеряет пыл Сообщества потребителей энергии. Оно активно выступает против всех инициатив, прямо или косвенно затрагивающих затраты крупных промышленных предприятий на энергоснабжение. И вот уже под угрозой плановые масштабы строительства возобновляемой генерации, под которые инвесторы готовят свои проекты. Недавно Министрство энергетики предложило сократить объём новой программы строительства «зелёной» генерации после 2025 года на 30%, «чтобы удержать рост энергоцен в стране на уровне инфляции».

Инвесторы в ВИЭ видят в предложении Минэнерго множество рисков. «Сокращение

объёмов в условиях глобального энергоперехода и ускорения темпов роста мирового спроса на оборудование “зелёной” генерации выглядит крайне недальновидным с точки зрения развития экспортного потенциала. Принятие такого решения законсервирует отсталость российской энергетики по показателям углеродоёмкости и доли ВИЭ в энергобалансе, которая так и не достигнет двух процентов к 2035 году. Экономика страны потеряет около двухсот миллиардов рублей инвестиций только в секторе ВИЭ. Помимо этого потери ожидают сектора водородной энергетики, электротранспорта и накопителей энергии, перспективы развития которых без ВИЭ крайне ограничены», – заявил директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики Алексей Жихарев.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ ЧЕХАРДА

Постоянный пересмотр правил создаёт нервозность на рынке. На эту тему стоит привести зарубежный пример: в Саудовской Аравии в прошлом году не было запущено в эксплуатацию ни одной солнечной электростанции. Планы по строительству ряда электростанций суммарной мощностью 1 ГВт провалены. Виной тому – попытка саудовских властей пересмотреть стоимость заключённых ранее контрактов на поставку солнечной электроэнергии.

До весны в правительство РФ должна быть внесена объединённая стратегия развития строительной отрасли и ЖКХ. Документ будет включать разделы о теплоснабжении, водоснабжении и водоотведении, о жилищном фонде, инвестиционном потенциале отраслей, экологии и так далее. Отсутствие этого документа замедляет подготовку крупных энергетических проектов, завязанных на энергоснабжение городов.

Клубок регуляторных проблем осложняется кадровыми перестановками в эшелонах власти. После перехода Александра Новака в правительство министром энергетики назначен Николай Шульгинов. Новый министр

сменил своего заместителя, который в ведомстве курирует электроэнергетическую отрасль. Нельзя сказать, что пришли новички, которым нужно вникать в курс дела, но позиции ведомства изменились, для энергетических компаний ситуация стала менее определённой.

Тем временем задолженность российских потребителей за электрическую и тепловую энергию не растёт, но и не сокращается. Энергокомпании по-прежнему «кредитуют» потребителей.

САМИ ПО СЕБЕ

Мы перечислили эти тревожные факты не для того, чтобы испортить читателю настроение, но чтобы сделать вывод: играть по существующим правилам становится всё более сложно и накладно. Это значит, что в стране складываются условия для возникновения и развития теневого энергетика, выходящей из общего нормативного поля и практически невидимой для отраслевых регуляторов.

Например, сегодня собственные электростанции активно строят предприятия тепличного хозяйства, для которых основная статья расходов – тепловая и электрическая энергия. Далее следуют маслоэкстракционные заводы и другие переработчики растительной продукции, лесозаготовительные и деревоперерабатывающие комплексы, имеющие возможность задействовать в качестве топлива отходы своего производства (жмых, щепу и пр.). Такие предприятия зачастую не имеют ни возможностей, ни желания подключаться к централизованному энергосетям.

В строительстве объектов собственной генерации заинтересованы производители и переработчики животноводческой продукции, холодильные комплексы и склады, потребляющие очень много электроэнергии. Для многих из них построить собственную газовую электростанцию намного выгоднее, чем покупать энергию на рынке.

Константин ЧЕСТНОВ

СИЛОВОЕ ЗВЕНО

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ МОЩНОСТИ ДЛЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В ветровых турбинах между генератором и электрической сетью включается система преобразования мощности, к которой предъявляются весьма серьёзные требования. В частности, она должна сочетаться с механизмом автоматической регулировки поворота лопастей ротора для подстройки под скорость ветра. Это значит, что напряжение и частота на входе системы всё время меняются, но на выходе они должны быть постоянными. Среди прочих требований к системе – компактность, надёжность, устойчивость к перепадам температур и сбоям в электросети и, в идеале, способность накапливать энергию, регулировать частоту и реактивную мощность.

В ветроустановках мегаваттного класса используются преимущественно два вида генераторов: асинхронизированные, известные за рубежом как индукционные генераторы двойного питания (Doubly-Fed Induction Generators – DFIG), и синхронные генераторы с постоянными магнитами.

БЕРЕГИТЕ ИНВЕРТОР!

Асинхронизированные генераторы (о них «Энерговектор» рассказывал в 2016 году, см. № 11, с. 6) хороши тем, что позволяют регулировать не только активную, но и реактивную мощность в энергосети, опровергая бытующее утверждение, будто бы возобновляемые источники энергии не способны стабилизировать энергосистему. Напомним читателям, что такие генераторы в отличие от синхронных содержат в неавтономном роторе не одну, а две или три обмотки возбуж-

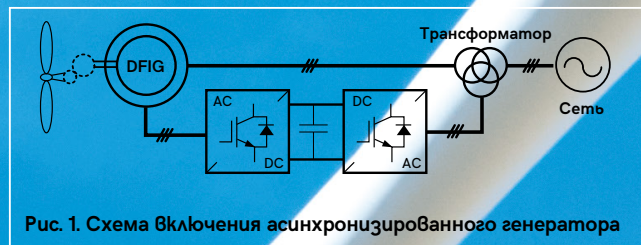


Рис. 1. Схема включения асинхронизированного генератора

дения, расположенные под определённым углом друг к другу. Обмотки возбуждения питаются от электронных преобразователей частоты, которые создают в роторе вращающееся магнитное поле, поэтому между частотой сети и скоростью вращения ротора нет жёсткой взаимозависимости. Обороты ротора обычно могут меняться в диапазоне $\pm 30\%$ относительно значения, соответствующего синхронной скорости. Почему всего тридцать процентов? За пределами такого отклонения напряжение возбуждения становится слишком высоким.

Благодаря применению DFIG автоматика ветрогенератора может подстраивать скорость вращения лопастей под переменную силу ветра с целью максимально увеличить выработку. Для этого подстраивается угол поворота лопастей. Генератор, как мы уже отметили, можно задействовать также для регулирования реактивной мощности. Кроме того, мощность электронного преобразователя частоты не превышает трети

мощности ветроустановки (отсюда название «схема с частичным преобразованием мощности»), поскольку преобразователь питает обмотки возбуждения генератора, а не нагрузку (см. рис. 1). Это значит, что производитель ветроустановки может сэкономить на силовой электронике.

Помимо замечательных достоинств схема с частичным преобразованием мощности имеет ряд серьёзных недостатков. Во-первых, обязателен механический мультипликатор оборотов, иногда называемый «редуктором наоборот». Во-вторых, контактные кольца и щётки, через которые напряжение с инвертора подаётся на обмотки возбуждения генератора, изнашиваются и периодически требуют замены.

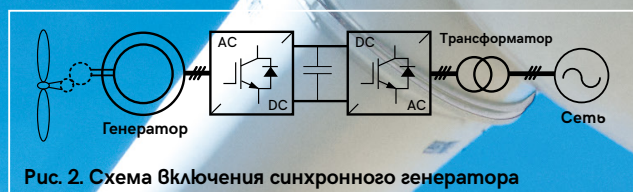


Рис. 2. Схема включения синхронного генератора

В-третьих, колебания напряжения в сети создают на обмотках возбуждения в разы большие наводки, которые могут сжечь выходные каскады инвертора, так что здесь необходимы специальные тиристорные схемы защиты.

НА ПОЛНУЮ КАТУШКУ

Всё большую популярность у производителей ветрогенераторов набирает схема с полным преобразованием мощности (см. рис. 2). В ней используются синхронные генераторы или генераторы с постоянными магнитами либо с короткозамкнутыми обмотками в роторе. В такой системе частота вращения ротора полностью отвязана от частоты сетевого напряжения, что позволяет эффективно эксплуатировать ветроустановку в широком диапазоне скоростей ветра. Благодаря развязке по постоянному току проблемы с напряжением в электрической сети не влияют на генератор и наоборот.

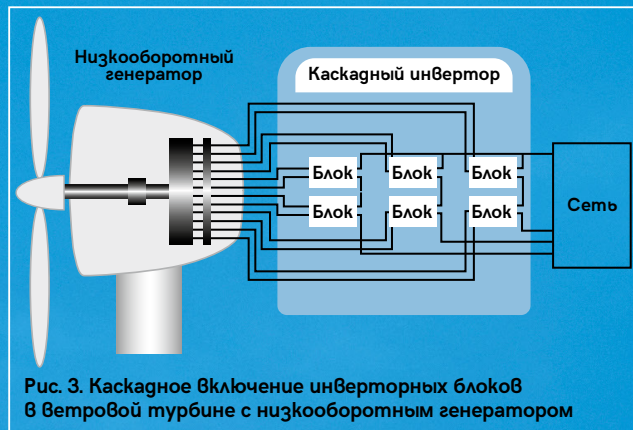


Рис. 3. Каскадное включение инверторных блоков в ветровой турбине с низкооборотным генератором

Более того, можно обойтись без мультипликатора оборотов, применив в генераторе многополюсный ротор. В такой схеме, кстати, допускается использовать матричные преобразователи частоты, также известные как циклоконверторы.

Недостатки схемы очевидны. Нужны выпрямитель и инвертор, рассчитанные на полную мощность ветроустановки, которые могут быть весьма дорогими и требовать усиленного охлаждения. А для того, чтобы ветрогенератор мог участвовать в регулировании реактивной мощности, его следует снабдить аккумуляторной батареей и специальными управляющими программами.

КИРПИЧКИ МОЩНОСТИ

При объединении ветроустановок в ветропарк можно сэкономить на трансформаторах, располагаемых в гондолах. Вместо них применяют один общий трансформатор на подстанции, через которую ветропарк выдает энергию в общую сеть.

Помимо этого экономически эффективно применение промышленных однофазных инверторов небольшой мощности – они выпускаются большими тиражами, недороги, эффективны, надёжны и легко заменяемы в случае выхода из строя. На рис. 3 показана схема каскадного включения таких инверторных блоков в ветроустановке с непосредственным приводом (без мультипликатора оборотов).

В данном случае низкооборотный генератор с постоянными магнитами в многополюсном роторе имеет множество статорных обмоток. Каждая из них подключена к своему од-

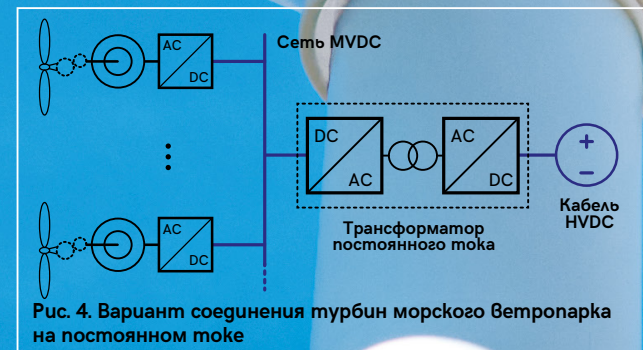


Рис. 4. Вариант соединения турбин морского ветропарка на постоянном токе

нофазному инвертору. Инверторы синхронизированы между собой так, чтобы получились три фазы, и включены последовательно для повышения напряжения.

Аналогичную схему можно использовать для многоуровневой аппроксимации синусоиды с тем, чтобы повысить качество выходного напряжения (читай: уменьшить величину гармоник) без применения массивных и громоздких низкочастотных фильтров.

ВОЗМОЖНЫ ВАРИАНТЫ

Немало резервов таится в схемах соединения ветроустановок между собой и с внешней сетью. Например, от морского ветропарка, установленного на расстоянии свыше тридцати километров от берега, имеет смысл передавать мощность по высоковольтной линии постоянного тока (HVDC). При этом между ветроустановками можно организовать соединение тоже по линии постоянного тока, но на среднем напряжении (MVDC), см. рис. 4. В таком случае инверторы и трансформаторы в каждой гондоле исключаются, а на отдельной платформе нужно будет установить трансформатор постоянного тока.

Виктор САННИКОВ

КРЕМНИЕВАЯ МАНУФАКТУРА

ПРОИЗВОДИТЕЛИ СОЛНЕЧНОГО КРЕМНИЯ СОВЕРШЕНСТВУЮТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Пластины для массового производства солнечных элементов в основном изготавливаются из монокристаллического и поликристаллического кремния. Первый получают вытягиванием медленно вращающейся заготовки из расплава по методу Чохральского. Эта сложная и энергозатратная технология позволяет иметь практически бездефектные подложки, пригодные для производства полупроводниковых микросхем и фотоэлектрических модулей с высоким КПД.

МОРЕ ЭНЕРГИИ

Высококачественный поликристаллический кремний традиционно производят осаждением из газовой фазы по методу компании Siemens. В этом процессе слитки поликремния получают водородным восстановлением трихлорсилана при высокой температуре: поликремний осаждается на стержнях-заправках в куполообразном реакторе, охлаждаемом снаружи. Это тоже весьма сложное и энергозатратное производство – на получение килограмма поликристаллического кремния уходит не менее 100 кВт·ч электроэнергии. Да к тому же ещё и потенциально опасное производство, связанное с применением ядовитых газов. Однако именно переводом в газовую фазу и обратно обеспечивается сверхвысокая чистота материала – 99,9999%. Это значит, что на каждый миллион атомов кремния приходится лишь один атом постороннего элемента.

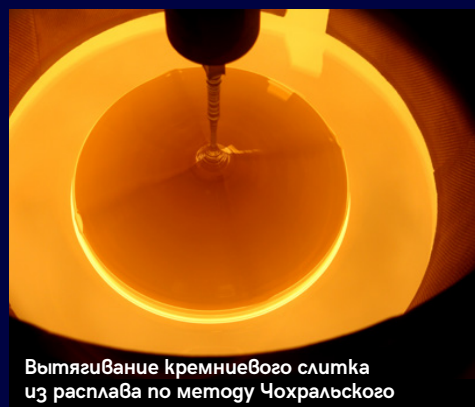
Сырьём для Siemens-процесса служит технический (металлургический) кремний, который широко используется, например, в производстве алюминиевых сплавов для двигателей внутреннего сгорания. Чтобы его выплавить, диоксид кремния (кремнезём, кварцин, халцедоны и другие минералы) восстанавливают с помощью угля или кокса в большой дуговой электрической печи при температуре около 1800 °С. Такая печь разогревается целую неделю, после чего работает непрерывно. Производство технического кремния – тоже очень энергозатратный процесс.

В поликристаллических пластинах на границах кристаллитов сосредоточены дефекты, где происходят потери энергии, из-за чего эффективность фотоэлектрических элементов падает. Понятно, что в солнечной энер-

гетике лучше использовать монокристаллический кремний, выращенный по методу Чохральского. Но сырьём для его производства служит именно высококачественный поликристаллический кремний. Три производственных передела, необходимых для получения кремниевых монокристаллов, в сумме требуют просто огромных энергозатрат.

СДЕЛАТЬ БЫСТРЕЕ И ДЕШЕВЛЕ

Учёные постоянно ищут и пробуют новые методы производства высококачественного кремния и уже добились в этом значимых результатов. Например, чтобы избежать применения Siemens-процесса, разрабатываются разнообразные способы химической очистки технического кремния от углерода, остающегося после его восстановления из кремнезёма с помощью кокса и угля. При этом через расплав кремния продуваются различные газовые реагенты, связывающие примеси.



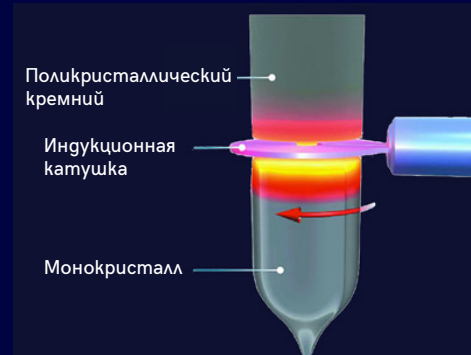
Вытягивание кремниевой слитки из расплава по методу Чохральского

В качестве альтернативы технологии Siemens создан метод получения поликристаллического кремния в реакторе кипящего слоя. Частицы кристаллической заправки, поддерживаемые во взвешенном состоянии газовым потоком, постепенно обрастают со всех сторон свежим кремнием. Крупинки, достигшие требуемого размера, непрерывно выводятся из зоны реакции. Так образуется тёмно-серая кремниевая крошка. После её расплавления и застывания в ванне получается поликристаллическая заготовка, готовая к разрезке на пластины.

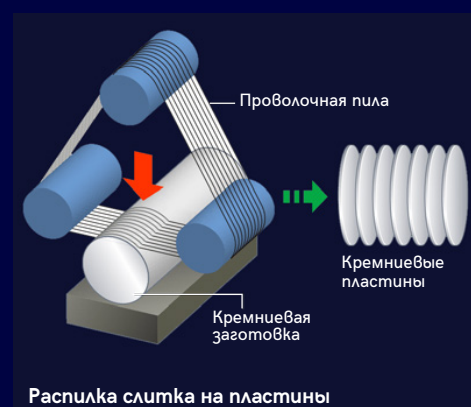
И хотя при производстве кремния в кипящем слое используются те же химические реакции, что и в Siemens-процессе, оно оказывается гораздо выгоднее благодаря намного большей поверхности осаждения и соответ-

ственно лучшему расходованию реакционной смеси. Такой метод позволяет сэкономить время и энергию и, следовательно, снизить себестоимость продукции.

Взамен методу Чохральского предложена технология перекристаллизации поликристаллической заготовки в монокристаллическую методом зонного расплавления в среде инертного газа. Кремниевый стержень,



Перекристаллизация заготовки методом зонного расплавления



Распила слитка на пластины

подвешенный вертикально, разогревается снизу индукционной катушкой до температуры плавления. Приведённый в контакт с холодным затравочным кристаллом, материал стержня принимает его ориентацию и также снизу начинает кристаллизоваться. Тем временем катушка медленно поднимается вверх, за ней следует и зона расплавления. Сверху от нагревателя поликристаллический кремний постоянно превращается в расплав, а снизу из этого расплава постоянно формируется монокристаллический сли-

ток. Размеры, скорость движения и мощность нагревателя подобраны так, чтобы материал успевал прогреваться, но не вытек из зоны расплава.

Диаметр стержня, обрабатываемого таким образом, ограничен силой поверхностного натяжения расплава и обычно не превышает 150 мм. Для легирования кремния с целью придания ему нужной электронной проводимости в реактор вводят такие газы, как фосфин или диборан. Кстати, этот метод помогает не только перекристаллизовать, но и дополнительно очистить заготовку от примесей – они в основном остаются в расплаве и концентрируются на конце слитка. Кроме того, поскольку расплав не входит в контакт с ванной (как в методе Чохральского), он не загрязняется посторонними веществами.

ОБЫДЁМСЯ БЕЗ ОПИЛОК

Кремниевые заготовки (моно- и поликристаллические) распиливают на пластины с помощью тончайших алмазных проволок. При этом не менее 33% полупроводникового материала превращается в пыль: пластины в солнечных элементах могут иметь толщину от 150 до 200 мкм, а ширина распла обычно равна 100 мкм. Чтобы исключить операцию разделения заготовки на пластины, изобретены различные методы вытягивания кремниевой ленты из расплава.

Сквозь ванну с расплавом пропускается натянутая лента из углеродного материала, выдерживающего нагрев до высоких температур, с кремниевыми затравками для правильной ориентации кристалла. И когда углеродная лента медленно выходит наверх, на ней с обеих сторон оказывается кремниевое покрытие, которое нужно отделить. Полученные таким образом заготовки разрезают на прямоугольные пластины. Их поверхность обрабатывают для подготовки к формированию полупроводниковой структуры, контактных площадок и рельефа, снижающего световые отражения. По основным электронным параметрам кремниевая лента пока уступает пластинам, вырезанным из монокристаллических заготовок, но зато обходится существенно дешевле.

Некоторые компании надеются наладить непрерывное производство кремниевой ленты с тем, чтобы заодно экономить на поперечных операциях нагревания и охлаждения ванны с расплавом.

Алексей БАТЫРЬ

ГОРЯЧАЯ НОВИНКА



ИННОВАЦИИ В СИСТЕМАХ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ БЕЗ УЩЕРБА ДЛЯ ПРИРОДЫ

Если вы работаете в энергетике, забудьте всё то, что говорят о Кремниевой долине, о стремительных инновациях, о четвёртой промышленной революции и так далее. Энергетика входит в перечень отраслей тяжёлой промышленности, очень капиталоемких и медленно меняющихся. При этом её продукция ни в коей мере не устаревает. Все технологии XXI века, которые мы ценим и используем, требуют электроэнергии.

Мы хотим обеспечить устойчивое развитие общества без разрушения окружающей среды. Для этого естественный путь – широкое применение возобновляемых источников энергии и накопителей. В данной концепции промышленные накопители представляют собой ключевое звено. Без них электростанции солнечные и ветровые приходится резервировать газовыми или дизельными на случай, когда солнце не светит и ветер не дует. Результат – чрезвычайно дорогая электроэнергия, как сегодня в Германии.

В американской энергосистеме ситуация такова, что пиковый спрос на электричество примерно наполовину превышает средний уровень его потребления. А обеспечивается этот спрос дорогими генерирующими мощностями, которые львиную долю времени простаивают. Однако с помощью систем хранения от избыточных мощностей можно было бы отказаться.

МАСШТАБИРОВАНИЕ БУКСУЕТ

Почему мы не имеем нормальных электрохимических накопителей энергии с продолжительным сроком службы? Не-

ужели потому, что электрохимией занимаются тупицы? Да нет – дело в том, что проблема очень сложная. Забудьте об ионнолитиевых источниках питания из сотового телефона, который вы меняете каждые два-три года. Конечно, есть люди, использующие телефоны десятилетней давности, но они уже несколько раз сменили аккумулятор. Для электроэнергетики нужны батареи, способные в тяжёлых условиях работать не месяцы и годы, а десятилетия.

С точки зрения системного оператора энергосеть решает семнадцать задач. Некоторые из них, такие как первичное регулирование частоты, выполняются на коротких промежутках. Другие – скажем, балансирование нагрузки – растянуты во времени. Сравните бегуна на короткие дистанции и марафонца. Первый промчит свою стометровку за десять секунд, но не сможет продолжать бег с той же скоростью, чтобы одолеть марафонскую дистанцию за час с небольшим. Возможно, он даже вообще не добежит до финиша. С батареями – то же самое: нужны разные для разных задач. Технология хранения энергии, которая разработана для слуховых устройств, не годится для электромобилей. А та, что оптимизирована для транспорта, неприменима в электроэнергетике.

Более того, промышленные накопители энергии должны быть безопасными, а с учётом гигантских масштабов энергетического производства нужно, чтобы у них была сверхнизкая удельная цена, – фигурально выражаясь, они должны быть дешёвыми, как грязь. Ни одна из существующих электрохимических технологий этим требованиям не удовлетворяет.

СДВИНУТЬ ГИРЮ

Заниматься этой проблемой я начал на факультете материаловедения и проектирования Массачусетского технологи-

ческого института в 2006 году. И рассудил, что если высокая стоимость накопителей мешает их широкому внедрению, нужно изобрести такую систему накопления, которая впишется в требования по дешевизне. Классический подход, принятый в университетах, здесь не работает. У нас ведь что происходит: вы получаете грант на исследования и должны придумать самую крутую электрохимическую формулу, чтобы опубликовать результаты как можно в большем количестве журналов. Таким образом учёный строит свою карьеру и, возможно, учреждает компанию для коммерциализации разработок.

На рынке электроэнергетики подобный путь ни к чему не приведёт – конечно, инноваторы попытаются снизить цены, но не смогут получить результат, необходимый для выхода на тяжёлый рынок электроэнергетики. Если вы хотите конкурировать по цене с дешёвыми углеводородами, которые всегда доступны для работы резервной топливной генерации, то о цене технологии нужно думать с первого дня её разработки.

НА ЗАРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЕКА

Стоит напомнить, что электрохимическая батарея была изобретена профессором Алессандро Вольтой, который работал в университете, а не в государственных или цеховых лабораториях.

Вольта сразу открыл новое устройство и новое направление науки – электрохимию. В те времена, кстати, не было никаких стартапов, никаких инновационных акселераторов, менторов и прочей дребедени. Разработки Вольты всего за десять лет из лаборатории переместились в промышленность, породив новые технологии производства: электрическое анодирование и гальванопластику. Это про-

изошло примерно в 1810-м. Когда меня спрашивают, слышал ли я об аддитивном производстве, я отвечаю: «Да, слышал, этой технологии уже больше двух сотен лет». Вольт продемонстрировал, что от университетского профессора может быть толк. Если предоставить ему ресурсы, дать хороших студентов и оборудование, он может принести большую пользу.

До Вольты термин «электричество» употребляли в основном по отношению к электричеству статическому, получаемому трением. В XVII веке людей поражала возможность двигать лёгкие предметы, не прикасаясь к ним (за счёт заряда в результате трения янтаря о ткань). С изобретением вольты столба в электрической цепи было получено устойчивое течение тока, способного производить работу. Я считаю, что именно с этого события начался век электричества, был по-настоящему реализован его потенциал.

Майкл Фарадей был обязан хорошо разбираться в электрохимии, поскольку получить электрический ток для опытов в его время можно было только из батарей. Имея провод с электрическим током, Фарадей обнаружил вокруг него магнитное поле. Позже было открыто, что перемещение самого проводника в магнитном поле вызывает электродвижущую силу, стало возможным изобретение электрогенератора.

Путь к хранилищу энергии

В первую очередь нужно ограничить используемую электрохимию веществами, в обилии присутствующими в земной коре. Общая закономерность проста: чем выше атомный номер, тем реже встречается элемент. Разница концентраций широкодоступных и редких элементов в земле доходит до миллиарда крат!

Я сказал своим студентам: «Мы будем строить батарею, которую можно масштабировать для применения в промышленных накопителях энергии, и вам запрещено обращаться к нижней части таблицы Менделеева». Например, находящийся там теллур примерно столь же редок, как и золото, и я совершенно не понимаю, зачем люди занимаются разработкой теллур-кадмиевых солнечных элементов. Ну и что, что они более эффективны? На земле нет столько теллура, сколько понадобится для масштабного производства солнечных панелей. Единственным резонансом для его изучения могут быть фундаментальные исследования, но если вы хотите изменить ландшафт электроэнергетики, то лучше обратиться к таким элементам, как, например, кремний. Именно благодаря доступности кремния мы сегодня имеем компьютеры и смартфоны. Если бы полупроводниковые микросхемы пришлось делать из родия, смартфонов ни у кого бы не было.

Мало того, что вещества для батарей нужно буквально извлекать из грязи, это ещё должна быть местная грязь. Мы в Америке уже усвоили урок, когда после зависимости от импорта нефти стали зависимы от импорта неодима. Кстати, вы знаете, почему фабрики по производству аккумуляторов называются гигафабриками? Потому что они стоят миллиарды долларов. Гигафабрика по производству ионолитиевых батарей устаревшего формата 18650 в Неваде обошлась Илону Маску в пять миллиардов. За эти деньги можно построить два металлургических комбината, выпускающих по два миллиона тонн стали в год.

В МАСШТАБЕ

Как изобрести дешёвую и мощную установку для хранения энергии? Я не говорю «батарее», потому что не хочу дать повода думать, что нужно взять огромное количество маленьких элементов из фонарика и объединить их в огромную систему, заполняющую транспортные контейнеры или целые залы.

Первые 25 лет своей научной деятельности я посвятил электрометаллургии и считаю, что каждому инженеру-энергетику полезно знать, как выглядят алюминиевые электролизёры. На фото изображён зал с электролизными ваннами. Ширина зала – около двадцати метров, а длина – до двух километров. Цех круглосуточно выдаёт алюминий, при этом через ванны проходит электрический ток в 500 тысяч ампер.

Процесс электролиза алюминия был изобретён в 1886 году независимо двумя людьми – Чарльзом Холлом в США и Полем Эру во Франции, которые родились в один год и в один год умерли. В момент изобретения им было по 22 года. Друг с другом они встретились только однажды на международном научном конгрессе. Благодаря их изобретению алюминий из категории драгоценных металлов (сначала он стоил дороже серебра) перешёл в разряд основных конструктивных материалов.

Килограмм чистого алюминия, производимого методом электролиза из глинозёма, сегодня обходится в один доллар. Электролиз – это технологическое чудо. И я размышлял, как видоизменить процесс, чтобы электролитическая ванна не только потребляла, но и отдавала электрический ток. Пока другие разработчики промышленных систем хранения энергии рассуждают, глядя на свои смартфоны, как им

из крошечных ионолитиевых элементов составить гигантские батареи, мне становится понятно, что большая и мощная электрохимическая система уже есть, нужно только заставить её выдавать энергию.



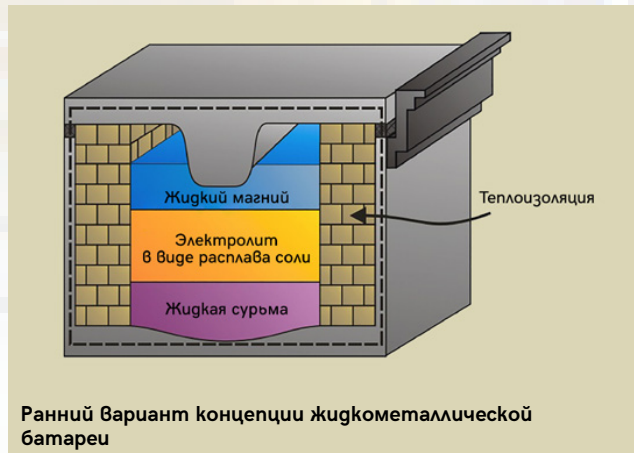
Изобретатель батарей увековечен на итальянской купюре

В процессе наших исследований в Массачусетсе родилась концепция жидкометаллической батареи (ЖМБ), см. схему. В ней три жидких слоя. В верхнем находится великолепный электроположительный металл магний (хороший донор электронов) с низкой плотностью. В нижнем слое располо-



Электролизный цех алюминиевого завода

жился полуметалл (чтобы получить максимально возможную разницу напряжений). Между ними – электролит в виде расплавленной соли. Видите ли, при высоких температурах нельзя использовать растворы на водной основе. К счастью, магний в соли не растворяется, а соль не растворяется в жидкой сурьме. Они сами разделяются на слои благодаря разной плотности. Никаких мембран не нужно.



Ранний вариант концепции жидкометаллической батареи

Но хотя сам магний в соли не растворим, его ионы в соль проникают, что происходит, когда аккумулятор разряжается. При этом высвободившиеся электроны идут по внешней цепи, а слой магния постепенно становится тоньше. Пройдя через электролит, ионы магния соединяются с ионами сурьмы в жидкий антимонид магния и нижний слой становится толще.

При зарядке жидкометаллического аккумулятора мы пропускаем через него ток. Начинается процесс электрического рафинирования магния. Металл восстанавливается из соединения с сурьмой и всплывает наверх. Батарея возвращается в исходное состояние.

При прохождении тока (как зарядного, так и разрядного) выделяется тепло, которое поддерживает все три вещества в расплавленном состоянии. Если для ионолитиевых ба-

тарей саморазогрев – это угроза воспламенения, то для наших жидкометаллических – нормальный рабочий режим. Система теплоизоляции удерживает тепло внутри корпуса ЖМБ.

Представьте, что в этой батарее каждый день четыре часа идёт разрядка, затем восемь часов – зарядка, после чего ЖМБ несколько часов «отдыхает». В таком цикле можно внутри корпуса ЖМБ постоянно поддерживать высокую температуру.

За дело берутся «чайники»

Кто проделал всю работу по подбору материалов, расчётам и экспериментам? Многонациональная группа студентов, около двадцати человек, которая у меня собралась. Среди ребят мало кто имел глубокие знания в области свойств жидких металлов, расплавленных солей и электрохимии. Я привлёк «антиэкспертов» – талантливых новичков, которые не имели представления о состоянии науки в данной сфере и потому их взгляды не были зашорены.

Я сформулировал проблему и дал студентам возможность заняться исследованиями в свободном режиме. Результаты первого года были кошмарными. Наш спонсор – агентство энергетических исследований ARPA-E – тогда устроил нам разгром за полное отсутствие прогресса в работе. Ребята делали ошибки, учились на них, итоги второго года были лучше, третьего – ещё лучше.

Солидные показатели

Давайте перейдём к характеристикам ЖМБ. Эффективность батареи в полном рабочем цикле, с учётом теплопотерь, 80%. У гидроаккумулирующих электростанций, а это сегодня основной вид сетевых накопителей энергии, эффективность равна 70%.

Жидкометаллические батареи самовосстанавливаются. Если в ионолитиевом элементе растрескается или раскрошится электрод, его части окажутся выключены из электрической цепи и ёмкость элемента уменьшится. С жидкими электродами такого никогда не случится.

Ёмкость ЖМБ не уменьшается со временем. Мы проверили работу батареи на протяжении четырёх с половиной лет при температуре 475 °С. Она прошла 5000 циклов полной зарядки-разрядки, сохранив 99% исходной ёмкости. То есть характеристики практически не деградируют.

Ограничений по транспортировке ЖМБ, если они находятся в остывшем состоянии, нет, в то время как ионолитиевые промышленные батареи в США запрещено перевозить по воздуху.

Материализация

Когда Билл Гейтс познакомился с концепцией ЖМБ, он сказал: «Мне кажется, что с фундаментальной точки зрения подход к сетевым системам хранения энергии должен быть совсем иным, чем к мобильным». И через год, когда мы создали свой стартап (сначала он назывался Liquid Metal Battery Corporation, а затем был переименован в Ambry), Гейтс стал нашим первым инвестором. Дальше к финансированию подключилась энергетическая компания Total.

Наши опытные образцы ЖМБ имеют форму прямоугольных параллелепипедов с длиной боковых сторон десять сантиметров. Ёмкость каждой такой ячейки – 80 А·ч. При удвоении размера её сторон мы получим 380 А·ч, а если перейдём к конструкции увеличенной высоты, то будет уже 800 А·ч. Сравните эти числа с цифрой 3 А·ч, характерной для ионолитиевых элементов 18650, для массового производства которых приходится строить гигафабрики.

Если потребуется сетевой накопитель ёмкостью в один мегаватт-час, нужно будет использовать почти сто тысяч элементов 18650. Что же касается тенденции к постоянному снижению стоимости ионолитиевых элементов, то она меня не пугает. Даже если их цена дойдёт до нуля, всё равно потребуются сложнейшая и дорогущая система их соединения, теплоотвода, балансировки, контроля, пожаротушения и так далее. А в случае применения технологии ЖМБ понадобится полторы тысячи элементов увеличенной высоты.

В настоящее время мы строим систему накопления энергии, которая будет размещаться в коротком десятифутовом транспортном контейнере массой 15 тонн. В объёме 18 м³ поместится накопитель ёмкостью в один мегаватт-час, который сможет на постоянном токе по шинам 1000 В выдавать мощность 350 кВт. Плотность хранения энергии, по нашим расчётам, будет равна 67 Вт·ч/кг. И система должна быть дешевле аналогичной ионолитиевой.

Тем временем мы отработываем уже третий вариант электрохимии, который в перспективе позволит достигнуть удельной цены 75 долларов за киловатт-час запасаемой энергии.

Дональд САДОВЫЙ,
профессор химии Массачусетского
технологического института

КОРАБЛЬ ПО МОСТУ ИДЁТ

ЗДРАВAYA АЛЬТЕРНАТИВА ЗАТОПЛЕНИЮ ОГРОМНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Акведуки – очень старое изобретение. Хотя в первую очередь они справедливо ассоциируются у нас с инженерным искусством Древнего Рима, задолго до его расцвета их сооружали и на Ближнем Востоке, и в Мезоамерике. По сравнению с этой древностью судоходные акведуки, или водные мосты, очень молоды – их начали строить лишь в XVII веке.

Акведук в широком смысле слова – это гидротехническое сооружение (канал, труба) для транспортировки воды, такое, что вода перемещается в нём самотёком, только под действием силы тяжести. Закрытая труба в силу закона сообщающихся сосудов может повторять некоторые неровности местности – например, опускаться на дно оврага и вновь подниматься по другому берегу, – но в случае канала такой возможности нет. Трасса открытого акведука на всём своём протяжении должна иметь плавный уклон в одну сторону, поэтому через реки и овраги она прокладывается по мостам – это уже акведуки в «узком» смысле слова.

Такой акведук может быть судоходным, и тогда его называют водным мостом (*англ.* water bridge) или мостом-каналом (*фр.* pont-canal, *нем.* Kanalbrücke). Водные мосты массивнее и дороже путепроводов, поскольку вода весит больше, чем твёрдое дорожное покрытие, и её нужно надёжно удерживать в искусственном русле, выполняя при этом требования безопасности. Если же пересекаемая река тоже судоходна, для перевода кораблей с канала на реку и наоборот сооружают судовой лифт или шлюз (что выливается в расходы).

ВETERAN

Старейшему в мире действующему судоходному акведуку почти 350 лет. Он находится в деревне Параза в департаменте Од во Франции; по нему Южный канал – в свою очередь самый старый из всех функционирующих каналов Европы – пересекает ручей Репюдр. Акведук строился одновременно с самим каналом (который тогда назывался Королевским Лангедокским, а Южным он стал примерно через сто с лишним лет, во время

революции), между 1676 и 1680 годами, и первоначально был там единственным сооружением такого рода. Но подобное положение сохранялось недолго – уже в 1688 году по проекту «отца фортификации» Вобана был построен судоходный акведук через ручей Аржан-Дубль, и в том же году, совершая инспекционную поездку по каналу, Вобан пришел к выводу, что плотина водохранилища на реке Сес сильно страдает от наводнений, и предложил от неё отказаться, а взамен построить над Сес водный мост. Трёхарочный судоходный акведук был завершён в 1690-м.



Водный мост через реку Орб во Франции

В 1810 году, когда канал провели в Каркассон, на нём появился акведук через реку Фрескель, а в 1858-м водный мост через реку Орб в городе Безье избавил суда от необходимости заходить в саму реку, которая, несмотря на все усовершенствования, летом сильно мелела. Оба моста, как и три первых, каменные, хотя технология строительства мостов из чугуна известна с конца XVIII века. Чугунный акведук Эрбетт, построенный на канале в 1983 году, отличается от остальных не только материалом, но и тем, что проходит не над рекой, а над четырехполосным шоссе – Тулузской кольцевой автодорогой. Это создаёт потенциальную опасность, и в 2008 году с обеих сторон моста были установлены автоматические клапаны с автономными гидравлическими приводами. При обнаружении утечки клапаны сработают и отрегулируют мост от канала выше и ниже по течению, чтобы не допустить подтопления шоссе.

МОЛОДОЕ ПОКОЛЕНИЕ

Ещё один известный судоходный акведук над дорогой находится в Нидерландах, в провин-

ции Южная Голландия вблизи города Гауда. Он устроен не на канале, а на реке Гауве и позволяет судам пересекать проходящее ниже уровня реки шоссе А12. Акведук заменил собой построенный в 1938 году разводной мост через Гауве на четырехполосном тогда шоссе. К середине 1960-х пропускной способности шоссе стало не хватать, и был разработан план по его расширению, в котором река и шоссе менялись местами. Проект стартовал в 1975-м, движение судов началось в 1981-м, и вскоре акведук Гауве стал одним из самых загруженных водных мостов в Нидерландах.

Акведук Понткисилте над долиной реки Ди на северо-востоке Уэльса, построенный в 1795–1805 годах, известен как самый длинный и самый высокий в Великобритании (длина 307 м, высота с обеих сторон долины 38 м). Чугунный жёлоб акведука поддерживается легкими и прочными железными арками, которые, в свою очередь, опираются на пустотелые кирпичные быки. Благодаря такому сочетанию материалов сооружение выглядит одновременно монументальным и элегантным. В 2009 году Понткисилте был занесен в список Всемирного наследия ЮНЕСКО как «веха в истории гражданской инженерии эпохи промышленной революции». И он до сих пор остаётся одним из самых загруженных участков британской сети каналов: в год через него проходит около пятнадцати тысяч судов.



Акведук Понткисилте в Уэльсе

Поворотный акведук в Бартоне, районе Большого Манчестера, устроен на канале Бриджуотер при его пересечении с Манчестерским морским каналом. Акведук представляет собой двуручкавный поворот-

ный мост, центральная опора которого находится на искусственном острове. В закрытом положении возможно движение малых судов по обоим каналам, когда же большому судну нужно пройти по нижнему, Манчестерскому, запорные ворота на обоих концах акведука закрываются, и 1450-тонный стометровый стальной жёлоб, удерживающий примерно 800 тонн воды, разворачивается на шарнире на 90°. Ниже по течению расположен поворотный шоссе-мост. Оба моста управляются из одной и той же кирпичной башни, размещённой на острове.

Магдебургский водный мост через Эльбу – самый длинный судоходный акведук в мире, его длина составляет 918 м. Он соединяет два



Магдебургский водный мост через Эльбу

важных канала, Эльба – Хафель и Среднегерманский, которые до его постройки подходили к противоположным берегам Эльбы в районе Магдебурга. Поскольку уровень реки был значительно ниже уровня каналов, для перехода из одного канала в другой суда должны были двигаться обходным маршрутом через судоподъемник Ротензее, Эльбу и шлюз Нигрипп; при низком уровне воды в Эльбе полностью загруженные баржи не могли по ней пройти. Водный мост из одного канала в другой был задуман ещё в начале XX века, но осуществить проект помешали две войны, а затем – разделение Германии. После воссоединения страны проект вновь стал актуален. Строительство моста началось в 1997 году, а в 2003-м по нему открылось движение. В дополнение к мосту был построен двойной шлюз для перехода с каналов в Эльбу и наоборот.

Мария СУХАНОВА

ПРОСТОЙ ПРИВОД

КАК РАСКРУТИТЬ МОТОР ИЗ СТАРОГО ЖЁСТКОГО ДИСКА

Шпиндельные жёсткие диски, когда-то применявшиеся в настольных компьютерах, морально устарели и стали слишком медленными для современных программ. Любители помастерить что-нибудь на досуге разбирают такие накопители, чтобы извлечь из них неодимовые магниты и зеркальные пластины.

Бесколлекторный двигатель, который приводит шпиндель во вращение, обычно выбрасывают, считая его неудобным для любительского применения. Почему? К источнику постоянного напряжения такой мотор не подключишь, а штатные схемы управления им использовать сложно. Между тем существует простая схема включения бесколлекторного двигателя, состоящая буквально из десятка электронных компонентов. Предлагаем читателю собрать её на досуге.

Для нашего случая удобно взять мотор с четырьмя выводами и обмотками, соединёнными по схеме «звезда». На их общий провод (пронумерованный единичкой) подаём питание +5 В, а свободные выводы обмоток подсоединяем к транзисторным ключам, на которых собираем схему трёхфазного мультивибратора (см. рисунок на шаге 3). Такой мультивибратор строится на трёх одинаковых мощных полевых транзисторах с изолированным затвором и индуцированным каналом *n*-типа. Обязательное условие: напряжение срабатывания ключей (измеряется на затворе относительно истока) должно быть в диапазоне 2–4 В. Подходящие нам транзисторы можно выпаять из ненужной компьютерной системной платы, где они используются в импульсных преобразователях напряжения для питания центрального процессора или модулей памяти. Мы для иллюстрации статьи использовали полевые транзисторы 75339Р производства компании Fairchild.

Раздобыв транзисторы, посмотрите по документации, имеют ли они внутри защитные диоды, предотвращающие пробой переходов импульсами высокого напряжения. (В случае индуктивной нагрузки, которую мы имеем в виде обмоток двигателя, такие импульсы весьма вероятны.) При необходимости добавьте в схему защитные стабилитроны, подключив их между истоком и стоком каждого транзистора.

Скорость вращения мотора задаётся параметрами RC-цепочек, которые определяют задержки переключения транзисторных ключей относительно друг друга. С учётом многополюсности статора частота вращения в оборотах в секунду ориентировочно будет равна $1/12RC$.

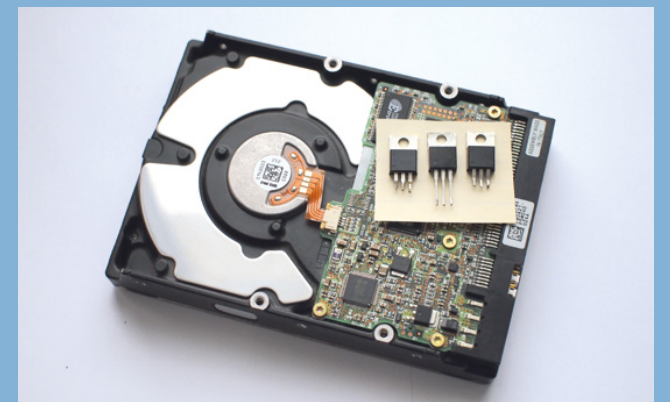
Если вам не удастся раздобыть три полевых транзистора с одинаковым напряжением срабатывания, можно параллельно конденсаторам подсоединить дополнительные резисторы (получатся делители напряжения) и подобрать их значения так, чтобы выровнять пороги переключения для всех трёх каскадов мультивибратора.

Учтите, что обмотки шпиндельного двигателя имеют невысокое активное сопротивление (один-два ома), так что есть риск сжечь его при случайной подаче постоянного напряжения. Поэтому рекомендуем испытывать схему с лабораторным источником питания, установив на нём ограничение тока на уровне 300 мА. Если при подаче напряжения двигатель откажется запускаться и его придётся подталкивать, попробуйте отсоединить один из времязадающих конденсаторов.

Стоит отметить, что высокой энергетической эффективностью предлагаемая схема не отличается – это станет понятно хотя бы по нагреву транзисторов во время работы мотора. Её стоит собирать для изучения начал электротехники и схемотехники, а также для знакомства с современными по-

лупроводниковыми приборами. Если же речь пойдёт о применении бесколлекторных двигателей в каких-то полезных устройствах, лучше воспользоваться специальной микросхемой контроллера. Она обеспечит и плавный пуск, и защиту от внезапной остановки вала мотора, и регулировку оборотов, и высокую эффективность.

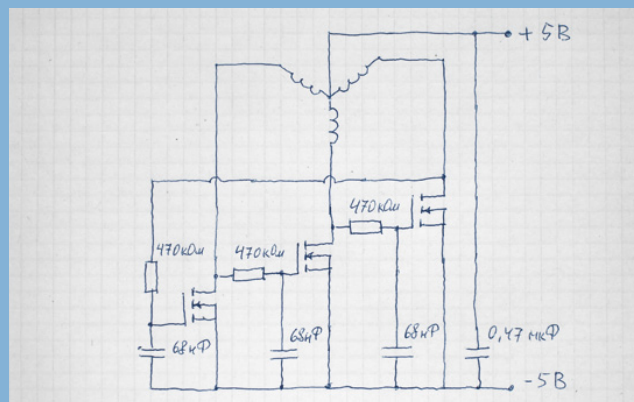
Учтите, что для разборки жёсткого диска вам понадобится набор приборных отвёрток. При пайке не перегревайте полевые транзисторы и не сгибайте их выводы слишком близко к корпусу. Не торопитесь, соблюдайте технику безопасности. Итак, приступим!



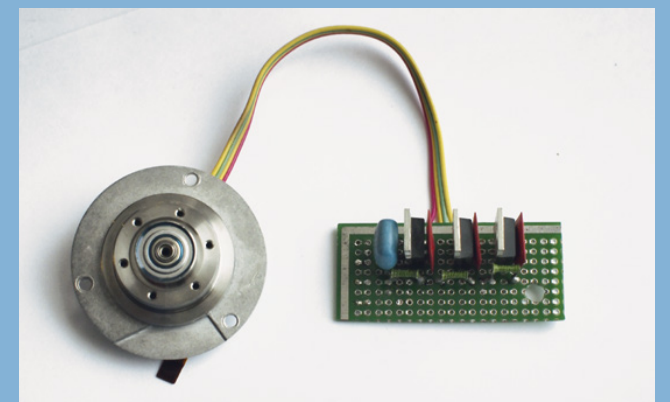
ШАГ 1. Раздобудьте старый жёсткий диск с четырёхконтактным двигателем, а также три мощных полевых транзистора с изолированным затвором и индуцированным каналом *n*-типа.



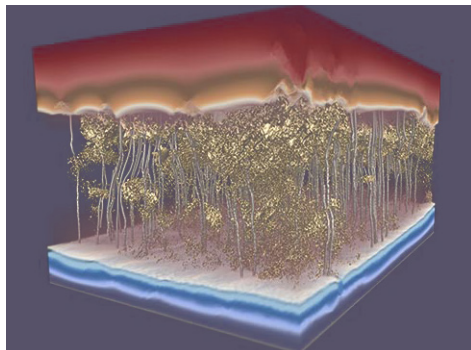
ШАГ 2. Разберите жёсткий диск и извлеките из него бесколлекторный двигатель. Учтите, что некоторые винты могут быть скрыты под наклейками и под электронной платой.



ШАГ 3. Подберите электронные компоненты и макетную плату для приведённой здесь схемы. Рассчитайте ёмкость конденсаторов, которая потребуется для нужной вам скорости вращения.



ШАГ 4. Аккуратно спаяйте контроллер двигателя, присоедините к нему сам двигатель и разъём для подачи напряжения. Испытайте устройство от лабораторного блока питания. Желаем удачи! ЭВ



КАПРИЗНЫЕ МЕМБРАНЫ

Учёные из Университета штата Пенсильвания, Техасского университета в Остине и Университета штата Айова решили детально исследовать полиамидные мембраны, применяемые для очистки воды по технологии обратного осмоса.

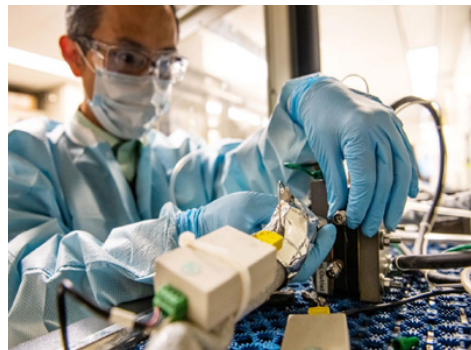
Как выяснилось с помощью мультимодальной электронной микроскопии, от толщины плёнки её проницаемость зависит слабо, хотя это может показаться нелогичным. «Когда вы посмотрите на свет сквозь бумажный фильтр для кофе, то сразу увидите, где он толще, а где тоньше, – объясняет руководитель исследовательского проекта, профессор Университета штата Пенсильвания Энрико Гомез. – В случае полимерной плёнки на глаз ничего не видно, но мы обнаружили, что для повышения производительности фильтра важно обеспечить его равномерную плотность. Потому что места повышенной плотности образуют «мёртвые зоны», которые просто не работают».

Как считают исследователи, учитывая лишь один этот фактор можно увеличить эффективность мембран на величину от 30 до 40%.

КЛЮЧИ СТАБИЛЬНОСТИ

Американское агентство ARPA-E поддержало деньгами две разработки, направленные на построение устойчивых распределённых энергосетей. Компания NantEnergy (бывшая Fluidic Energy) получила грант на усовершенствование воздушно-цинковых аккумуляторных батарей. NantEnergy уже установила сотни батарей в Индонезии, где они работают вместе с небольшими солнечными электростанциями, помогая потребителям справиться с нестабильностью энергосетей и заодно снизить затраты на энергоснабжение. В отличие от ионолитиевых аккумуляторов, в воздушно-цинковых используется широко распространённый в природе дешёвый металл плюс вообще бесплатный воздух, вернее, находящийся в нём кислород.

Компания Varentec, тоже получившая грант от ARPA, разработала контроллер-компенсатор реактивной мощности ENGO, который подключается после понижающего трансформатора 6 (10) кВ/240 В и помогает регулировать энергетические потоки в распределительной сети за счёт энергии локального генератора и аккумуляторной батареи.



ВСЕМОГУЩИЙ КОБАЛЬТ

В Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории (PNNL) США найдены удачные катализаторы для топливных элементов (ТЭ), превращающих водород и кислород воздуха в водяной пар с выработкой электроэнергии.

Традиционные катализаторы – металлы платиновой группы – настолько дороги, что образуют половину стоимости ТЭ, поэтому учёные постоянно ищут альтернативы. Предложенные в последнее время заменители на основе железа показывают неплохую производительность, но быстро разрушаются под воздействием перекиси водорода, которая образуется в ходе реакции.

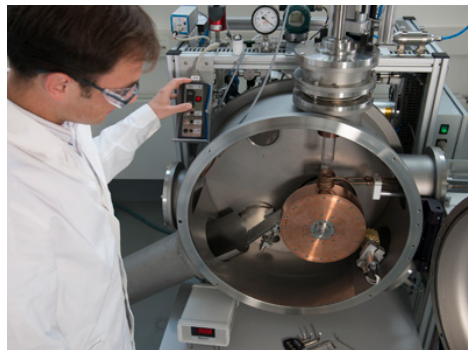
До сих пор считалось, что кобальт в качестве катализатора не обеспечивает требуемой эффективности, но учёные из PNNL нашли способ увеличить этот показатель, применив соединения кобальта с углеродом и азотом. Их молекулы были закреплены в микропорах цеолитных имидазолов, которые снижают подвижность частиц катализатора и не дают им собираться вместе. Сформировать в структуре цеолитных имидазолов каталитически активные зоны помог высокотемпературный пиролиз.

БЫСТРЫЙ ГРАФЕН

Учёные из Университета Райса (штат Техас) воспользовались эффектом омического нагрева для утилизации золы, которая остаётся в реакторе после пиролиза пластика в процессе его переработки. И что же получилось? В полученной смеси обнаружен графен.

Качество и количество ценного материала поначалу оставляли желать лучшего, так что исследователи занялись оптимизацией процесса и преуспели в этом. Итоговая технология выглядит так. Сначала зола смешивается с техническим углеродом. Далее смесь в течение восьми секунд разогревают переменным током, после чего подают мощный импульс постоянного тока. Получается высококачественный турбостратигический графен, востребованный в целом ряде отраслей как добавка в производстве различных материалов.

По оценкам авторов технологии, с учётом затрат энергии и ценности выделяющихся в процессе пиролиза газов пластик выгоднее перерабатывать в графен, чем в низкосортные вторичные пластмассовые гранулы.



КАША С ПЕСКОМ

В Институте рециклинга материалов и ресурсных стратегий общества имени Фраунгофера (Fraunhofer IWKS, Германия) идёт интересная работа. Учёные пробуют наладить производство редкоземельных магнитов разных форм и размеров с расчётом на вторичную переработку. За основу будущего технологического процесса взяты методы литья под давлением и 3D-печати, в которых металлические частички будут соединяться полимерами, а не спекаться, как сегодня. Перед учёными института стоит задача получить легко перерабатываемые, прочные и устойчивые к коррозии изделия, сократив производственные отходы. Все эти требования, мягко говоря, одновременно выполнить трудно.

В ДОРОГУ!

В Центре компьютерного инжиниринга Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» на базе Санкт-Петербургского политехнического университета (СПбПУ) в партнёрстве с КамАЗом спроектирован и изготовлен первый предсерийный образец электромобиля.

Работа выполнена всего за два года – в кратчайшие для автомобилестроения сроки. «Впервые автомобиль был не только разработан, но и подготовлен к серийному производству не промышленным предприятием, а именно университетом: Петербургским политехом, – хвалится ректор СПбПУ академик РАН Андрей Рудской. – И это значит, что наша модель интеграции науки, образования и производства функционирует великолепно».

Малогабаритный (категории М1) электромобиль «КАМА-1» ориентирован на массовый выпуск в России. С помощью технологии цифровых двойников инженеры провели виртуальные испытания будущего авто, моделируя и фиксируя многочисленные показатели, которые должны подтвердиться в течение срока его эксплуатации. По данным пресс-службы СПбПУ, трудозатраты на создание электромобиля были сокращены не менее чем на 30%, а срок выпуска серийного образца будет срезан вдвое. Отметим, что при этом возможны сбои – если, например, в компьютерные модели закрались ошибки или поставляемые на конвейер детали и сборочные узлы будут обладать не совсем теми характеристиками, которые заложили разработчики.



ГАСИМ УЛЬТРАФИОЛЕТ

За последние десятилетия магнитное поле Земли ослабло. Это значит, что до земной поверхности сегодня доходит больше жёстких космических лучей, чем, скажем, пятьдесят лет назад. Что делать? Известная мудрость гласит: если не можешь справиться с явлением, поставь его себе на службу. Именно так мыслит филиппинец Карви Мейг, который предложил превращать рассеянное ультрафиолетовое излучение в видимое, а его, в свою очередь, в электроэнергию.

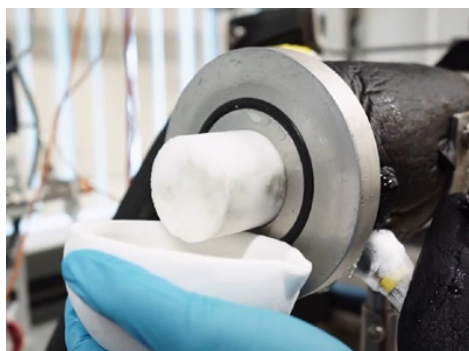
Используя люминесцентные частички, полученные из отходов переработки сельскохозяйственных культур, Мейг создал разноцветные пластиковые панели для окон и фасадов зданий. Мало того, что они дают бодрящий свет в пасмурный день, но по их краям ещё размещаются фотоэлектрические преобразователи, которые превращают часть видимого света в электроэнергию.

ПУЗЫРИ ПОД ВОДОЙ

В Университете Гронингена (Нидерланды) на инженерно-технологическом факультете студенты решают вполне практические задачи. Совместно с сотрудниками стартап-компания Ocean Grazer они строят и испытывают волновой генератор с накопителем энергии.

По замыслу разработчиков энергию стихии нужно собирать комплексно и накапливать на месте. Каждый ветропарк на море, где глубина достигает 50–100 метров, должен быть снабжён волновыми генераторами и донными накопителями энергии Ocean Battery. Как они работают? Качающиеся на волнах буи приводят в движение донные поршневые насосы, которые перекачивают воду из резервуара с жёсткими стенками в окружающий его эластичный резервуар (пузырь). Когда энергию нужно будет извлечь, вода из пузыря под давлением водяного столба устремится обратно, приводя турбины во вращение.

По принципу действия накопитель напоминает ГАЭС, но должен быть гораздо более эффективным, поскольку вода в нём перекачивается на минимальное расстояние (читай: с малыми потерями энергии). Для исключения коррозии насосов и турбин предполагается использовать пресную воду. Ёмкость накопителя – от 2 до 10 МВт·ч – достаточно велика, чтобы заодно он мог обслуживать и ветрогенераторы.



ТВЁРДЫЙ ГАЗ

В Сингапурском национальном университете создан метод быстрого получения газовых гидратов («горючего льда») из природного газа и воды. Процесс идёт 15 минут под высоким давлением с применением нетоксичных органических веществ (1,3-диоксолана и аминокислоты L-триптофан) в качестве катализаторов. Получаемые белые pellets можно хранить продолжительное время в морозильнике при температуре ниже -5°C .

Учёные отмечают, что сохранять и перевозить метан в виде газовых гидратов намного экономнее, чем в сжиженном или сжатом виде, но, к сожалению, не указывают, какое количество энергии тратится на его отверждение. В настоящее время достигнут объёмный коэффициент сжатия газа 83:1. Исследователи надеются скоро довести этот показатель до 115:1.

ВРЕМЯ — ДЕНЬГИ

Израильский стартап StoreDot объявил о создании ионолитиевых аккумуляторных батарей, которые «можно будет заряжать за пять минут». Не вдаваясь в подробности, отметим, что инноваторы применили целый комплекс мер (холистический подход), которые вместе произвели требуемый эффект. Разработкой всерьёз заинтересовались компании Nissan и BP.

Пока широкая пресса публикует о новинке восторженные отзывы, специалисты энергетики недоумённо пожимают плечами. Дело в том, что многократное ускорение процесса заряда требует соответствующего увеличения сетевой мощности, подводимой к каждой зарядной станции. Так, если говорить о типичной ёмкости бортовой батареи, равной 64 кВт·ч, то для её полной зарядки за пять минут потребуются выдать мощность 768 кВт, достаточную для питания целого посёлка.

Широкое внедрение батарей StoreDot, в котором мы сильно сомневаемся, позволит автомобилистам решить проблему нехватки времени за счёт энергетических компаний. Для стабильной работы распределительных сетей энергетикам придётся сделать гигантские вложения в электросетевую инфраструктуру. А поскольку за все услуги в конечном итоге платят их потребители, сверхбыстрая зарядка наверняка влетит владельцам электромобилей в копеечку.



ЦИФРОВОЕ КОЛЕСО

Японская компания TDK разработала датчики InWheelSense, которые крепятся к колёсам автомобиля и превращают механические напряжения в электрическую энергию с помощью пьезоэлектрических преобразователей. Эта энергия расходуется на прямое измерение давления в шине, работу акселерометра и термометра, на обработку информации, а также на её беспроводную передачу в бортовой компьютер автомобиля по интерфейсу Bluetooth.

Пьезоэлементы размещаются между покрышкой и ободом колеса – в месте, которое подвергается периодическому сжатию. По данным компании, при движении автомобиля на скорости 105 км/ч каждый пьезоэлемент вырабатывает среднюю мощность 1 мВт.

«Мы одним выстрелом убиваем сразу двух зайцев», – рассказывает руководитель направления по разработкам сенсоров Ракеш Сети. – Пьезомодуль работает не только как генератор электроэнергии, но и как сенсор, который помогает отслеживать разнообразные дорожные условия по характеристикам генерируемой электродвижущей силы. Когда автомобиль едет, датчик выдаёт некое подобие сердечного ритма. Анализируя этот ритм, мы определяем состояние дорожного полотна, износ покрышки, температуру её боковых стенок, давление воздуха и другие параметры... вплоть до разбалансировки колеса и его сопротивления качению».

ИЗ ТРОПИКОВ

В институте солнечных энергетических систем общества имени Фраунгофера (Fraunhofer ISE, Германия) созданы фотоэлектрические панели разных цветов, предназначенные для облицовки фасадов зданий.

Понятно, что для максимальной эффективности солнечные панели должны иметь чёрный цвет, означающий полное поглощение падающего света. Однако архитекторы такой цвет считают неэстетичным, так что производителям панелей приходится идти на компромиссы.

Чтобы минимизировать потери света, немецкие учёные решили обойтись без пигментных красителей. Разные оттенки кремниевым пластинам придают специальные текстуры, которые выстраиваются на поверхности для устранения бликов. При этом синий цвет получается так же, как на крыльях тропических бабочек Морфо.



ПОДВОДНЫЕ ЗАКРЫЛКИ

В Национальной лаборатории возобновляемой энергетики (NREL) США запущены проекты по разработке преобразователей волновой энергии. Учёные NREL рассчитывают обеспечить их эффективность благодаря изменяемой геометрии.

Идея явно заимствована из авиации. В воздухе форма крыла меняется в зависимости от высоты и скорости полёта аппарата, а на море она будет определяться текущей силой волны.

Предложено несколько конструктивных вариантов. Один из них – качающиеся на волнах плоты, соединённые между собой поворотными шарнирами. Ширина плотов будет меняться с помощью надувных подушек в зависимости от силы волнения моря.

Другой вариант конструкции – погружённая плита, которая реагирует на изменения давления, когда над ней проходят волны. Чтобы согласовать размеры плиты с длиной волны и тем самым улучшить сбор энергии, предложено применить поворотные щитки наподобие авиационных закрылков. Третий вариант включает наклоняемую конструкцию, напоминающую жалюзи (см. рисунок).

СТАТИКА В ДИНАМИКЕ

Учёные из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе разработали высокоэффективный тепловой насос, основанный на электрокалорическом и электростатическом эффектах.

В качестве преобразователя электрической энергии в разницу температур используется полимерная плёнка с нанесёнными на неё тонкими электродами. Такая плёнка нагревается, когда на её электроды подаются электрические напряжения, и охлаждается, когда напряжение снимают.

Плёнка заключена между двумя теплопроводящими пластинами. Чтобы тепло эффективно передавалось от одной пластины к другой и не утекало обратно, между ними имеется зазор, а плёнка электростатически силами поочередно прижимается то к одной, то к другой из них.

Организовав попеременную подачу напряжений на электроды плёнки и пластины, учёные получили коэффициент эффективности теплового насоса на уровне 13, то есть в разы выше, чем у элементов Пельтье и компрессионных холодильников. Работа устройства опробована на охлаждении ионолитиевого аккумулятора.



МОЩНЫЕ РЕЗЕРВЫ

На заводе по производству сжиженных газов (кислорода и азота) в японской Осаке успешно опробованы два метода повышения производственной энергоэффективности. Первый из них предусматривает накопление сжиженного воздуха в период, когда действуют низкие цены на электроэнергию, и отключение воздушных компрессоров (воздухоразделительная установка продолжает работать) в часы пикового спроса на электричество, чтобы сэкономить на энергоснабжении и/или заработать на предоставлении системных услуг по снижению энергопотребления.

Второй метод заключается в сжатии воздуха компрессором в большей степени, чем требует техпроцесс, чтобы в период пикового спроса получить больше энергии от электрогенератора, соединённого с турбодетандером (воздухорасширителем). В этом случае уже существующий техпроцесс будет задействован для накопления энергии.

ЭФФЕКТЫ МАСШТАБА

В Массачусетском технологическом институте проведено исследование перспектив дальнейшего усиления мощностей ВИЭ-генерации в энергосистеме США. Учёные указывают, что большой национальный проект по строительству магистральных высоковольтных ЛЭП и перемычек между региональными энергосистемами помог бы кардинально снизить затраты на декарбонизацию электроэнергетики.

«Удвоив пропускную способность магистральных сетей и построив перемычки, легче добиться полной декарбонизации, чем повсеместно устанавливая избыточные мощности возобновляемой генерации и накопители энергии при них», – отмечает автор отчёта Патрик Браун.

Согласно исследователям, с учётом летней жары, зимних метелей и других погодных явлений в полностью декарбонизированной энергосистеме США оптовые цены на электроэнергию поднимутся до 135 долларов за мегаватт-час. Однако при условии строительства недостающей сетевой инфраструктуры цены можно будет ограничить уровнем примерно в 90 долларов за мегаватт-час. Если же между тремя основными зонами – западной, восточной и тexasской – построить сверхвысоковольтные ЛЭП постоянного тока, то вполне реально выйти на отметку 70 долларов за мегаватт-час. **ЭВ**

Знания и опыт

Совершенствуемся сами и развиваем производство

Только далёкий от энергетики человек может подумать, что оперативные работники электростанций заняты однообразной и скучной рутинной.

Рассказывает Сергей Сергеевич ГРИГОРЬЕВСКИЙ – начальник смены Ростовской ТЭЦ-2 ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго».

В 2009 году я окончил Ростовский государственный строительный университет, получив диплом по специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция». После кризиса 2008-го устроиться на работу было крайне сложно, но мне повезло: сразу после вуза меня взяли на Ростовскую ТЭЦ-2 на должность машиниста-обходчика котельного оборудования. В настоящий момент я начальник смены. Мой отец всю жизнь работал в энергетической службе завода «Ростсельмаш», так что энергетика мне знакома с детства.

Высоко ценю наш сплочённый коллектив, который стал моей второй семьёй, ведь добрую половину жизни я провожу на дежурстве в смене. Ну а если при этом трудиться в крупной компании, перед тобой открывается масса возможностей для карьерного роста и развития в профессиональном плане, ты обретаешь уверенность в завтрашнем дне, а это, пожалуй, самое важное в нынешних реалиях, особенно в период пандемии, когда увеличивается число вынужденно безработных.

Работа у оперативного персонала ТЭЦ интересная, ответственная, но бывают и трудные моменты, такие как пуск или остановка энергоблока. Эти операции нередко занимают всю двенадцатичасовую смену и требуют много сил, внимания, знаний и опыта.

Недавно на нашей станции в рамках пилотного проекта была введена в промышленную эксплуатацию система мобильных инспекций и контроля. Она позволяет быстро и объективно оценивать состояние энергетического оборудования с помощью мобильных измерительных приборов. Этот проект позволил нам оптимизировать работу и повысить качество выполнения обходов, но самое главное – теперь мы можем своевременно переводить технологические процессы на резервное оборудование, не допуская аварийных отключений.

Наши сотрудники очень довольны тем, что овладели передовыми методами диагности-

ки оборудования. Раньше его работу машинисты-обходчики контролировали собственными органами чувств: вслушивались в шумы и трогали руками, чтобы оценить температуру. Диагностика занимала много времени, результаты её были субъективны. А сейчас мы пользуемся компактным виброметром, и точные данные по вибрации и температуре моментально передаются в мобильное приложение. Безусловно, такой метод гораздо надёжнее, нежели оценка на ощупь, не говоря о том, что при этом и физически легче стало работать.

Средств автоматизации становится всё больше, но совсем безлюдное энергетическое производство, на мой взгляд, пока невозможно. Одна из основных задач оперативного персонала – недопущение аварийных ситуаций, а при огромном количестве разнообразного оборудования зачастую необходимо принимать нестандартные решения, которые невозможно запрограммировать в компьютере. На данный момент на станции установлен целый ряд автоматических систем управления, которые облегчают труд человека, но полностью заменить его не могут. Ведь у нас используется огромный объём взрыво- и пожароопасных веществ, таких как природный газ, водород, хлор, различные масла. Кто будет отвечать, если из-за ошибки автоматики произойдет взрыв? И разве можно без участия людей ликвидировать последствия аварий?

Ростовская ТЭЦ-2 – экспериментальная станция, возведённая в 1974 году для испытания инновационных решений. Её проект был призван ускорить энергетическое строительство, которое надолго затягивалось в случае больших и сложных станций с поперечными связями. Во-первых, наша ТЭЦ имеет блочную компоновку «котёл – турбина». Во-вторых, у нас установлены уникальные малогабаритные котлы ТГМ-444 и до минимума сокращён состав вспомогательного оборудования. Экспериментальный котёл ТГМ-444 за десятилетия эксплуатации подтвердил свои эффективность и надёжность. На мой взгляд, инновационные решения оправдали себя полностью. Вот уже более сорока пяти лет Ростовская ТЭЦ-2 успешно выполняет свою главную задачу – бесперебойно даёт тепло и свет жителям Ростова-на-Дону.

К возобновляемой энергетике отношусь положительно, поскольку она не оказывает негативного воздействия на природу. Более

того, недавно я узнал, что Ростовская область в прошлом году вышла на первое место среди регионов России по установленной мощности ветрогенерации. И хотя это достижение не нашей компании, мне приятно, что именно наш регион стремительно развивается в плане «зелёной» энергетики. При этом появление ветропарков никак не повлияло на режимы работы нашей электростанции. Всё-таки основное направление для Ростовской ТЭЦ-2 – генерация тепла, а она наиболее эффективна, когда одновременно с теплом вырабатывается электроэнергия.

Наши ребята регулярно участвуют в корпоративном конкурсе на звание «Лучший по профессии». Он несёт знакомство с новыми людьми, обмен опытом, повышение квалификации, не говоря об огромном стимуле к



Сергей ГРИГОРЬЕВСКИЙ
(ООО «ЛУКОЙЛ-Ростовэнерго»)

развитию в виде поощрения за призовые места. Я тоже хотел бы участвовать в конкурсе, но, к сожалению, он проводится только для рабочих профессий.

На повышение квалификации наше предприятие направляет сотрудников в филиал МЭИ в городе Волжском. Там учат не только преподаватели-профессионалы, но и энергетики с большим стажем – они передают свой многолетний опыт и делятся знаниями, которые не почерпнёшь ни в какой технической литературе. Мне довелось учиться в Волжском в 2018 году, после чего мои представления об энергетике многократно расширились.

Помимо этого у нас проводится дистанционное обучение и тестирование работников через автоматизированную систему «Наставник». В рамках спецподготовки оперативный персонал проходит практически занятия по оказанию первой доврачебной помощи с применением тренажёра «Гоша».

Жаль, что в связи с пандемией коронавируса в 2020 году не было поездок для обмена опытом. «ЛУКОЙЛ» постоянно внедряет новации, и для нас каждое посещение его предприятий – это повышение квалификации и бесценный опыт. Хотелось бы чаще видеться с коллегами.

За всё время работы мне ярче всего запомнилась моя первая смена на станции. Представьте: новый коллектив, сложное оборудование и огромная ответственность. В тот день выполнялись серьёзные переключения на основном оборудовании, станция буквально пела. Звук продувки пароперегревателя ни с чем не спутать и не передать словами. При этом меня поразили хладнокровность оперативного персонала и слаженность действий всех сотрудников. В стрессовой для обычного человека обстановке, когда загорается множество световых табло и срабатывает звуковая сигнализация, машинист энергоблока спокойно и уверенно выполняет поставленную задачу.

Как мне кажется, чтобы лучше ориентироваться в жизни и принимать правильные решения, человеку нужно постоянно расширять свой кругозор, заниматься саморазвитием. Важны и такие качества, как коммуникабельность, самоорганизованность, способность творчески мыслить. Людям свойственно ошибаться, поэтому без знаний и опыта никуда не придёшь.

В свободное время занимаюсь охотой и рыбалкой, благо наши донские просторы изобилуют разной рыбой и дичью. Летом предпочитаю фидерную рыбалку на реке Маныч. Размер улова для меня не имеет значения, так как рыбалка – это способ отдохнуть от городской суеты. Возможность выехать на охоту мне выпадает крайне редко, когда же это удаётся, я получаю невероятное удовольствие от многочасового хождения по пересечённой местности, чтобы выследить зверя.

Читателям хотел бы пожелать крепкого здоровья, профессионального роста и безаварийной работы. ЭВ



СОЛНЕЧНЫЙ ПРИОРИТЕТ

НЕ ВСЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ КИЛОВАТТЫ РАВНЫ*

ЭВ

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

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ООО «МЕДИА-ХОЛДИНГ
"ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ"»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Иван Рогожкин

КОНСУЛЬТАНТ
Людмила Зимина

ОБЗРЕВАТЕЛИ
ПАВЕЛ БЕЗРУКИХ
МАРИЯ СУХАНОВА

НАД ВЫПУСКОМ 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

ЕЖЕМЕСЯЧНОЕ ИЗДАНИЕ
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР
ПИ № ФС77-46147
Издаётся с сентября 2011 г.
12+

ПОДПИСАНО В ПЕЧАТЬ
8.02.2021 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:
KEITH JONSON ON UNSPLASH

Возможности нашей планеты не безграничны. Обдумывая экологический и климатический кризисы, учёные и правительства всё чаще говорят о необходимости перехода к циркулярной экономике. Замкнув циклы применения и переработки различных материалов, можно было бы сократить неблагоприятное воздействие на природу при производстве товаров и добыче полезных ископаемых, а заодно и уменьшить размеры свалок.

Понятно, что одной циркулярной экономикой не обойдётся.оборот сырьевых материалов совершается медленно, и большое значение имеет энергия, которая используется при производстве и утилизации. При этом энергопотоки тоже должны вписываться в рамки, дозволенные природой.

ХВАТИТ ЛИ НАМ ВИЭ?

Европейские учёные задались вопросом: «Доступна ли возобновляемая энергия в количестве, необходимом для поддержания циркулярной экономики, без перегрузки природных систем и нарушения их работы?» Этой проблемой в швейцарском НИИ материаловедения (EMPA) занимается группа Гарольда Дезинга.

Исследователи рассматривают энергообмен внешних оболочек Земли с космосом и ядром планеты. Львиная доля поступающей энергии – это солнечное излучение. В меньшей мере энергию приносит небесная механика, то есть вращение Земли во-

круг своей оси и вокруг Солнца. Тем не менее посредством сил тяготения приводятся в движение огромные массы воды, возникают приливы и отливы. Некоторое количество энергии выходит на поверхность планеты изнутри в процессе извержения вулканов и выброса геотермальных вод.

В космос энергия в основном возвращается в виде теплового излучения: в ясную погоду, когда не греет солнце, воздух быстро остывает. Природные системы преобразуют одни потоки возобновляемой энергии в другие. Например, солнечным светом и вращением Земли создаются ветра и осадки (которые наполняют реки), а также сезонный рост биомассы. Все эти энергетические потоки служили только природе... пока человек не заселил плотно Землю и не начал осваивать ВИЭ.

ОТВОД ЭНЕРГОПОТОКОВ

Ветровые и солнечные электростанции (СЭС) тоже могут вызвать изменение климата, если мы переборщим с их количеством. Каким образом? Переходя на ВИЭ, человечество отбирает часть энергии из природных потоков. Например, энергия ветра на первый взгляд может казаться неисчерпаемой, но фактически установлено, что не только соседние турбины, но и ветропарки влияют на работу друг друга, и этот эффект ощущается на расстояниях в десятки километров!

Во внедрении ВИЭ важно остановиться раньше того момента, когда нарушатся естественные процессы. Скажем, солнечные панели лучше монтировать на крышах и фасадах уже имеющихся зданий и сооружений, а не на земле, особенно если для этого потребуются вырубка леса и пострадает биоразнообразие.

Аналогичные пределы есть у процессов производства биотоплива.

Чем больше сжигается древесины, тем меньше её количество доступно в качестве экологически чистого строительного и конструкционно-материала. Чем больше площадей занято под посевы технических масличных культур с целью производства биодизеля, тем меньше остаётся земель для естественной растительности, не говоря уже о производстве продуктов питания.

ЛИШЬ МАЛАЯ ТОЛИКА

Чтобы привести различные виды энергии к общему знаменателю, исследователи из EMPA используют электрический эквивалент. В расчётах учтены данные по эффективности тепловых электростанций и объёмов ВИЭ-генерации. И созданные в Швейцарии модели показывают, что природе совсем не безразлично, где производится возобновляемая энергия – на гидравлических, ветровых или солнечных электростанциях. Одно дело использовать для электрогенерации энергию Солнца и совсем другое – тепло от сжигания древесины, которая получается из солнечной энергии после долгого ряда преобразований. Почему? Потому что каждое из этих преобразований сопровождается потерями, ограничивающими величину доступной нам энергии.

Результаты расчётов, проведённых в EMPA, поражают воображение: 99,96% энергии, поступающей на Землю от Солнца, требуется природе и сельскому хозяйству, и только 0,04% можно задействовать для генерации «технической» электроэнергии. Впрочем, эта на вид мизерная доля в десять раз превышает сегодняшние потребности человечества.

ПУСТЬ ВЕЗДЕ БУДУТ СЭС!

С учётом потерь на преобразование швейцарские учёные рекомендуют

среди объектов ВИЭ-генерации отдавать приоритет солнечным электростанциям в сравнении с ветровыми, гидравлическими и тем более тепловыми, которые работают на возобновляемом растительном сырье. Это поможет минимизировать ущерб для природы.

В пустынях можно разместить большие солнечные парки, если, конечно, удастся решить проблемы с передачей энергии в зоны её потребления. Швейцарские учёные считают «пустынную» солнечную генерацию резервом на будущее, когда окажутся исчерпанными более удобные площади.

Потенциал других энергоисточников на порядки ниже потенциала солнечной генерации и в некоторых случаях уже практически полностью задействован (гидрогенерация). Однако ГЭС и гидроаккумулирующие станции играют важную роль в накоплении энергии – процессе, который в исследовании никак не учитывался.

Нельзя сказать, что солнечные электростанции волшебным образом решат проблему электроснабжения с минимальной нагрузкой на окружающую среду. Нужно ещё учесть аспекты доступности сырьевых материалов (например, серебра, из которого изготавливают шины на солнечных панелях, и меди), финансовых ресурсов и человеческого капитала, вопросы технического обслуживания и вывода электростанций из эксплуатации, а также потребность в строительстве распределительных сетей и накопителей энергии.

Ещё один вопрос для проработки – динамика перехода на солнечную энергию, чтобы она смогла достаточно быстро заменить ископаемые виды топлива. ЭВ

ЭВ

НЕФТЯНИК

ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Издаётся с 2004 г. 16+

РЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ГАЗЕТА

ЦИФРА НЕДЕЛИ:

Добыли 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



С днём рождения!

Кадры, которые решают всё

Для всех работников ЛУКОЙЛа ноябрь - особый месяц: Компания с мировым именем отмечает свой день рождения, 25 ноября 1991 года вышло Постановление Правительства РСФСР №115 об образовании нефтяного концерна «ЛАНГЕПАСУРАЙКОГАЛЫМНЕФТЬ» (ЛУКОЙЛ), который объединил три нефте-

Свыше 100 тысяч человек объединяют свои усилия, профессионализм и талант, чтобы обеспечить Компанию передовые позиции в мире. Интенсивную эксплуатацию Находкинского и Глазовского месторождений уже привели себя, то теперь пришла очередь показать свои возможности Южно-Мессояк-



Лучший друг

Без конкурентов в этом мире «Нефтяник Западной Сибири»

