

№16
2023



Низкоуглеродная энергетика

экологические решения
ГК "Росатом"



электронное пособие

Содержание:

«Зеленый» атом	4
Энергия ветра	16
Водородная энергетика	24
Глоссарий	28
Союз организаций атомной отрасли «Атомные города» рекомендует	30

Фото на обложке: Олег Бойко. Нововоронежская АЭС

«Зеленый» атом

Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» — огромный многопрофильный холдинг, объединяющий активы в энергетике, машиностроении, строительстве, стратегия которого заключается в развитии низкоуглеродной генерации.

На сегодняшний день Госкорпорация «Росатом» объединяет свыше 430 предприятий и научных организаций, в числе которых все гражданские компании атомной отрасли России, предприятия ядерного оружейного комплекса, научно-исследовательские организации и единственный в мире атомный ледокольный флот.

Неотъемлемой составляющей деятельности Госкорпорации «Росатом» является Повестка устойчивого развития. Как экологически ответственная организация Росатом не только привержен 10 принципам устойчивого развития, приоритеты устойчивого развития включены в Стратегию деятельности компании на период до 2030 года.

Отдельно нужно сказать, что одним из главных принципов Госкорпорации является стремление обеспечивать свою деятельность на условиях ненанесения значительного вреда окружающей среде (Do no significant harm). Данный принцип, в том числе подразумевает не только минимизацию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и сбросов в водные объекты, но и ответственное отношение к использованию природных ресурсов и стремление к уменьшению объемов образования отходов.¹

В том числе, несомненным приоритетом для Госкорпорации «Росатом» и ее

¹ Публичный отчет «Итоги деятельности Госкорпорации «Росатом» 2022 г.
<https://rosatom.ru/upload/iblock/ec8/ec8d8fad15a03f70e30d31b49a18f4e8.pdf>

предприятий является климатическая повестка. Атомная энергетика имеет один из наиболее низких уровней выбросов парниковых газов среди существующих видов генерации энергии и играет принципиальную роль в борьбе с изменениями климата.

Сегодня на атомную энергетику приходится более 25% выработки низкоуглеродной электроэнергии в мире. В России атомная энергетика обеспечивает половину всей низкоуглеродной генерации страны. Доля атомной генерации в последние годы стабильно держится на уровне 20%, но к 2045 году ее планируют увеличить до 25%.

Благодаря АЭС ежегодная экономия выбросов парниковых газов в России составляет более 100 млн. тонн, что составляет порядка 7% от совокупных выбросов страны.

На самом деле, когда мы говорим о зеленой природе атомной энергетики, перечень зеленых параметров шире, чем только климатическое воздействие. Сегодня «зеленый» статус атомной энергетики как чистого источника энергии для эффективного энергоперехода закреплен в ряде нормативных документов в России и за рубежом, в том числе, в Таксономии «зеленых» проектов России, Таксономии ЕАЭС, Таксономии устойчивого финансирования ЕС, Каталоге «зеленых» облигаций Китая, Таксономии Южной Кореи. Все эти документы содержат требования для подтверждения «зеленой» квалификации.

Вообще можно сказать, что атомная промышленность — один из ярких примеров ответственного подхода к экологии. За 16 лет с момента своего создания Госкорпорация «Росатом» прошла большой путь, став одним из лидеров в части развития



Курская АЭС /Медиабанк "Страна Росатом"

экологической деятельности. К примеру, в концепции экологически безопасной генерации будущего «Зеленый квадрат», разработанной Госкорпорацией «Росатом», объединяются 4 вида энергетики — солнечная, ветровая, водяная (гидро) и атомная. Эта четверка использует технологии, при которых тепловые выбросы и образование углекислого газа равны нулю. Кроме того, все они могут работать и как самостоятельные электростанции и при необходимости дополнять друг друга.

Сегодня низкоуглеродная энергия с каждым днем становится все более востребованной, а ее поставка больше не ограничивается оптовым рынком и становится доступной и розничным потребителям.

Так, в июле 2023 года Концерн «Росэнергоатом» через свою дочернюю компанию АО «АтомЭнергоСбыт» приступил к поставкам низкоуглеродной электроэнергии для порядка 500 магазинов X5 Group, которая является крупнейшей розничной торговой компанией России, управляющей продуктовыми торговыми сетями «Пятерочка», «Перекресток», «Чижик» в Курской, Мурманской, Смоленской и Тверской областях. Кроме того, в рамках подписанных соглашений компании достигли договоренности по расширению географии сотрудничества.

Также нужно отметить, что для расширения возможностей использования атомной энергии в настоящее время активно разрабатываются проекты атомных станций малой мощности.

Атомные станции малой мощности являются оптимальным решением для стабильного и экологически чистого энергообеспечения потребителей на отдаленных от центральных энергосетей территориях, а также для замены старых электростанций с повышенным объемом выбросов углекислого газа в атмосферу. Одним из их конкурентных преимуществ является

многоцелевое применение и относительно небольшой размер реакторных установок позволяет размещать несколько энергоблоков на площадке одной атомной станции малой мощности.

Сегодня разрабатывается более 80 проектов АСММ в 20 странах. Но только в России проекты АСММ реализованы. Опыт Росатома в разработке и безопасной эксплуатации реакторов малой мощности насчи-

«Атомные станции малой мощности являются важным элементом безуглеродного энергобаланса будущего, они прокладывают дорогу для экономического развития и обеспечения энергонезависимости арктических и других труднодоступных регионов России и мира, соответствуют самым современным требованиям безопасности, предлагают экономически выгодные тарифы для потребителей, сохраняют экосистему и влекут за собой положительные социальные преобразования».

Олег Сиразетдинов,
вице-президент АО «Русатом Оверсиз»

тывает уже не один десяток лет. Первая в мире АЭС, атомный ледокольный флот, единственная в мире плавучая атомная теплоэлектростанция — в основе каждого из этих проектов лежат российские малые реакторные технологии.²

«Сердцем» проектов малой мощности являются новейшие реакторы серии РИТМ, которые были разработаны с учетом многолетнего опыта эксплуатации малых

² АО «Русатом Оверсиз». <https://rusatom-overseas.com>



Проект реактора РИТМ-400
ОКБМ Африкантов

реакторов на ледокольном флоте. К настоящему времени уже восемь реакторов РИТМ-200 изготовлены и установлены на новейших универсальных ледоколах «Арктика», «Сибирь», «Урал», «Якутия».

Отличие реакторов РИТМ-200 от советских реакторов в безопасности, которая достигается за счет многоуровневых систем и барьеров-оболочек, а также комбинации активных и пассивных систем безопасности. Эти системы предотвращают возможность аварии, а несколько уровней барьеров, заложенных в конструкцию станций, исключают выброс радиоактивных веществ в окружающую среду.³

Кроме того, Госкорпорацией «Росатом» принято решение о тиражировании проектов малой генерации на территориях Арктической зоны России, где люди до сих пор сталкиваются с острым дефицитом электроэнергии или вовсе лишены доступа к ней. Здесь экономически не выгодно строить большие электростанции, но и без электроэнергии развитие этих бескрайних, с огромным потенциалом земель невозможно в принципе.

Поэтому уже с 2020 года в Певеке работает плавучая тепловая атомная электростанция, которая представляет собой новый класс энергоисточников на базе российских технологий атомного судостроения.

Плавучий энергетический блок «Академик Ломоносов» — это головной проект серии мобильных транспортабельных энергоблоков малой мощности. Он предназначен для работы в составе плавучей атомной теплоэлектростанции и оснащен двумя реакторными установками КЛТ-40С. Вместе они способны обеспечивать в номинальном режиме выдачу в береговые сети 70 МВт электроэнергии и до 50 Гкал/ч тепловой энергии для нагрева теплофикационной воды. Электрическая мощность, выдаваемая в береговую сеть без потре-

³ Первую в мире наземную АСММ построят в Усть-Куйге. Российская газета. 28.09.2023 г.

бления берегом тепловой энергии, составляет около 76 МВт. В режиме выдачи максимальной тепловой мощности около 146 Гкал/ч электрическая мощность, выдаваемая в береговую сеть, составляет порядка 44 МВт.

ПАТЭС решает две задачи. Во-первых, это замещение выбывающих мощностей Билибинской АЭС, действующей с 1974 года, и Чаунской ТЭЦ, которой уже более 70 лет.

Во-вторых, это обеспечение энергией основных горнодобывающих компаний, расположенных на западной Чукотке в Чаун-Билибинском энергоузле — большого рудно-металлического кластера, в том числе золотодобывающие компании и проекты, связанные с развитием Баимской рудной зоны.⁴

В активной фазе реализации находится проект сооружения первой наземной атомной станции малой мощности модульного типа в Усть-Янском улусе (районе) Республики Саха (Якутия). Здесь в сентябре 2023 года торжественно открыли поселок строителей атомной станции малой мощности.

В основе этого проекта атомной станции малой мощности также лежит новейшая российская разработка — водо-водяной ядерный реактор РИТМ-200Н, который является результатом адаптации инновационной технологии малой мощности судового исполнения под наземное размещение.

Станция, расположенная в Усть-Куйге будет обеспечивать электроэнергией одно из самых крупных в Российской Федерации месторождений золота «Кючус», муниципальные образования Усть-Янского района, а также близлежащие месторождения олова «Депутатское» и «Тирехтях».

Нужно сказать, что сейчас на Крайнем Севере работает 143 дизельных электростанции, для которых ежегодно за-

⁴ Сайт ПАТЭС.
https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-pates



ПЭБ «Академик Ломоносов»
Русатом Оверсис

Плавучая АСММ (ОПЭБ)

Оптимизированный плавучий энергоблок — второе поколение плавучих атомных станций, созданное на базе опыта ПАТЭС «Академик Ломоносов» и российских технологий атомного судостроения.

Реактор: 2xРИТМ-200М

Мощность: 100 МВт (2x50 МВт)

Длина: 112 м

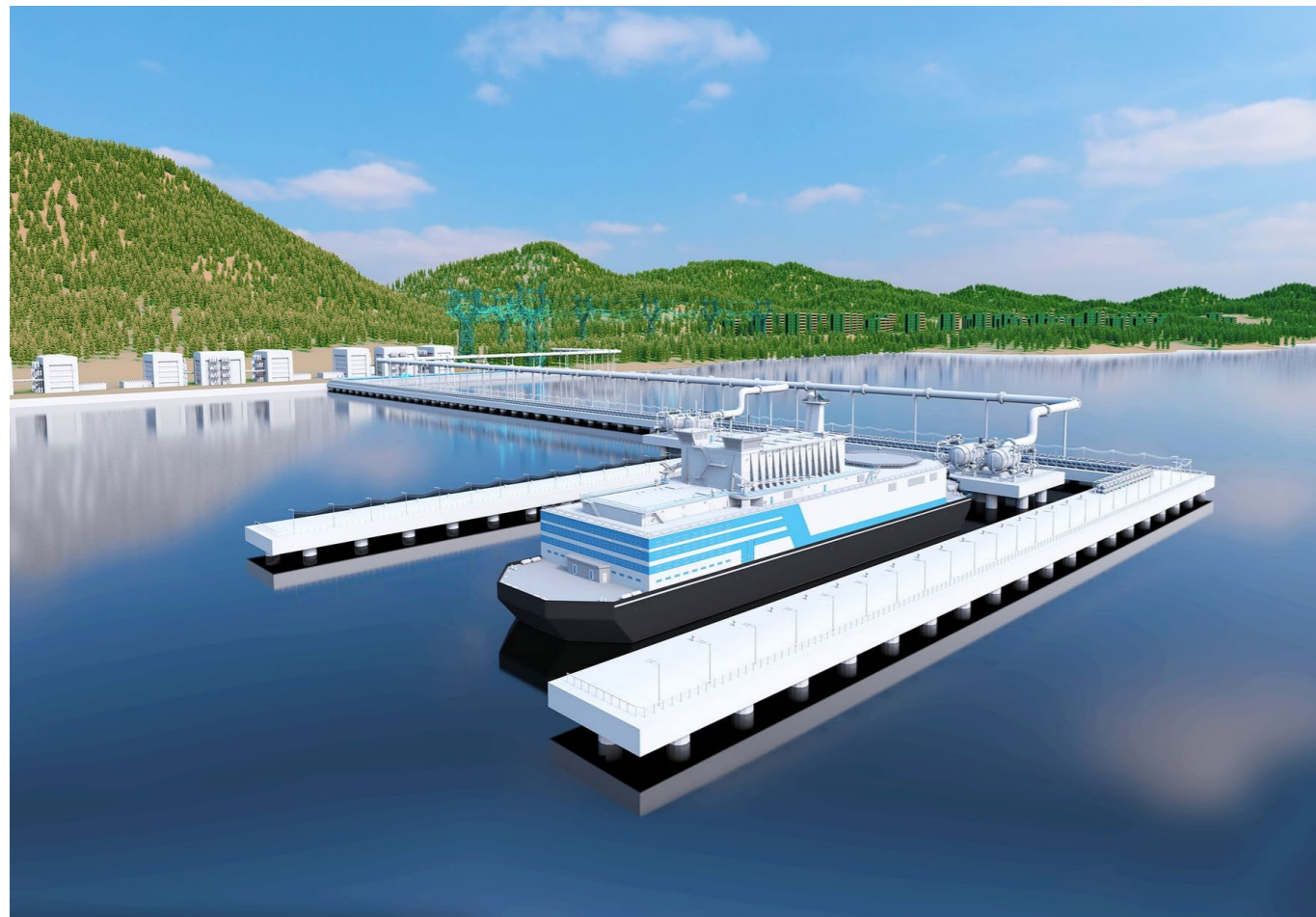
Ширина: 30 м

Осадка: 5 м

Срок сооружения: 48 месяцев

Топливный цикл: 10 лет

Срок эксплуатации: 60 лет с возможностью продления



Источник: АО «Русатом Оверсиз». <https://rusatom-overseas.com>



Наземная АСММ

Республики Саха (Якутия)

Реактор: РИТМ-200Н

Мощность: не менее 55 МВт с возможностью увеличения до 110 МВт

КИУМ: 90%

Топливный цикл: 5-6 лет

Расчетный срок эксплуатации: 60 лет с возможностью продления

Размер станции: 12 га (или 0,12 км²)

Срок сооружения: 4 года

Маневренность: 30-100%

Время набора мощности: 6% в минуту

Периодичность капитального ремонта: ~ раз в 20 лет.

возится более 75 тысяч тонн дизельного топлива на сумму около семи миллиардов рублей. С появлением атомной станции в Усть-Куйге поставлять топливо можно будет раз в пять лет. Это позволит снизить тарифы на электроэнергию в два раза, улучшит экологическую обстановку в Усть-Янском районе, поскольку выбросы углекислого газа сократятся на 10 тысяч тонн в год.

Якутская атомная станция малой мощности будет намного меньше стандартных атомных станций, что позволит построить ее в кратчайшие сроки, а поскольку она модульная, есть возможность со временем увеличить ее мощности.⁵

Ввод в промышленную эксплуатацию атомной станции малой мощности с одной реакторной установкой планируется в 2028 году. В случае принятия решения о развитии проекта в двухреакторном исполнении вторая очередь будет запущена к 2030 году.

Кроме того, в рамках рассчитанной на шесть лет программы «Росатома» к 2025 году планируется подготовить технический проект блочно-модульной атомной станции малой мощности на основе реакторной установки «Шельф-М» от НИКИЭТ им. Доллежала мощностью до 10 МВт. По классификации МАГАТЭ такая атомная станция является микро-АЭС. Пилотную станцию предполагается построить на Чукотке и ввести в эксплуатацию в 2030 году. Соглашение об этом было подписано в рамках Петербургского международного экономического форума в июне 2023 года.⁶

Активно работают российские атомщики и над новыми зарубежными проектами.

⁵ Первую в мире наземную АСММ построят в Усть-Куйге. Российская газета. 28.09.2023 г. <https://rg.ru/2023/09/28/reg-dfo/atomnoe-serdce-arktiki.html>

⁶ «Росатом» планирует реализовать в Арктике сразу несколько проектов малой генерации. Страна Росатом. 17.07.2023 г. <https://strana-rosatom.ru/2023/07/17/rosatom-planirujut-realizovat-v-a/>

Так, в 2022 году пописан меморандум о проработке вопроса сооружения новых блоков АЭС в Армении. Ранее сообщалось о возможности строительства в этой стране блока средней мощности или маломощных блоков. Москва и Бишкек достигли договоренности о сотрудничестве в строительстве АЭС малой мощности на территории Киргизии. Кроме того, прорабатывается возможность сооружения малой АЭС в Мьянме.

«АСММ — не панацея, но хорошая возможность для создания устойчивого энергодбаланса в любой стране. Мы не противопоставляем большую и малую атомные мощности, они дополняют друг друга. АСММ имеет такие же преимущества, как атомная генерация в целом, но решает свои специфические задачи».

Кирилл Комаров,
первый заместитель генерального директора, директор блока по развитию и международному бизнесу Госкорпорации «Росатом».

Также Госкорпорация «Росатом» считает важным работать на долгосрочную перспективу и поэтому ведет работу над переходом к безотходной атомной энергетике и замыканию ядерного топливного цикла.

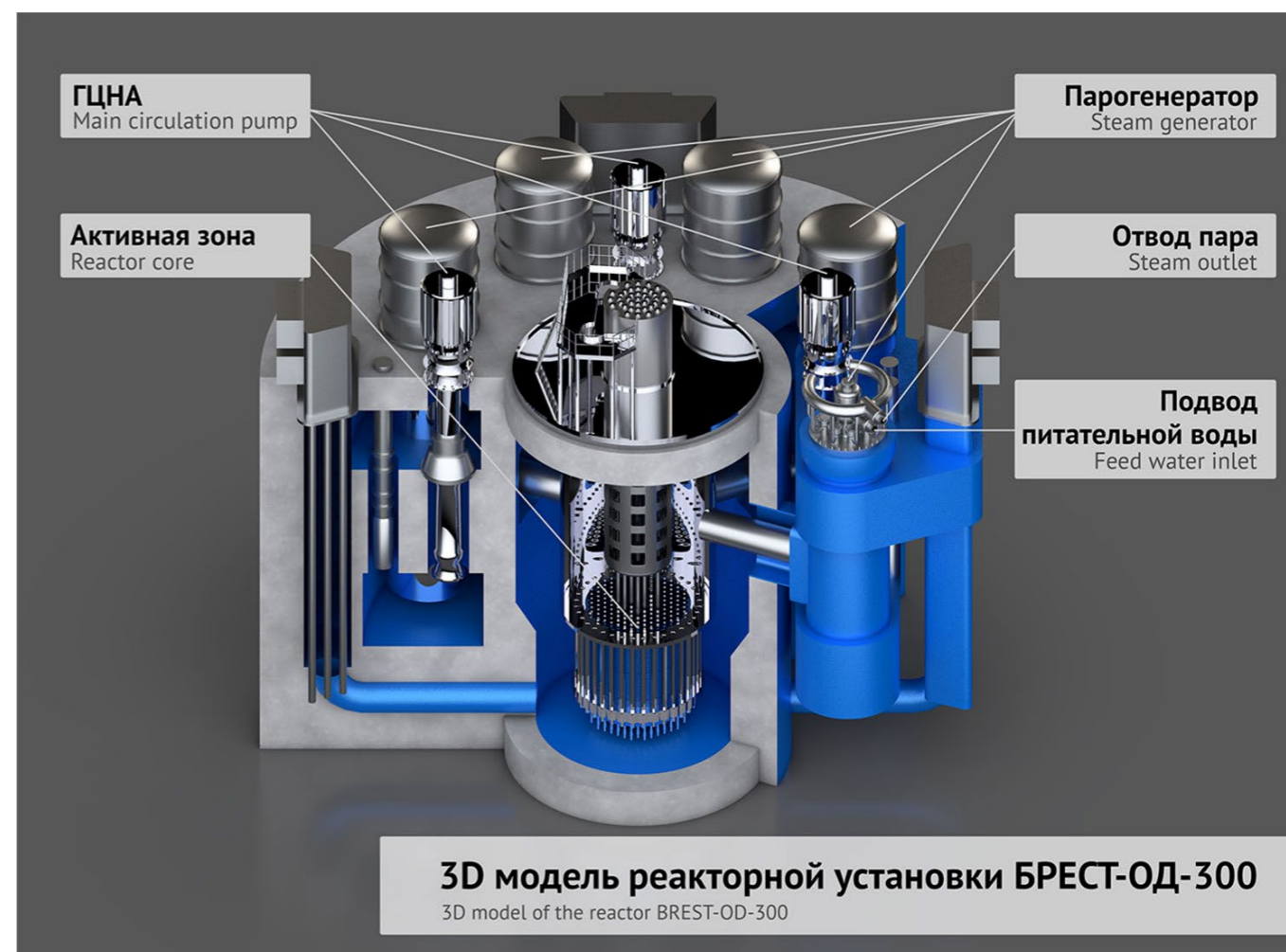
Ядерный топливный цикл — это вся последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива, заканчивая удалением радиоактивных отходов.

Замкнутый ядерный топливный цикл подразумевает переработку отработанного ядерного топлива с целью возврата в цикл невыгоревшего урана-235, почти всей массы урана-238, а также изотопов энергетического плутония, образовавшихся при работе ядерного реактора.

Сегодня Росатом реализует большой эксперимент по переходу на замкнутый топливный цикл, который называется «Прорыв».

В рамках этого проекта в Северске Томской области на площадке «Сибирского химического комбината» строится опытно-демонстрационный энергокомплекс (ОДЭК), который позволяет полностью замкнуть ядерный топливный цикл в промышленном масштабе. Основой комплекса станет энергоблок мощностью 300 МВт с реакторной установкой на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300.

Запуск замкнутой системы рассчитан на несколько лет. Так, в 2024 году в эксплуатацию намерены ввести входящий в опытно-демонстрационный энергоком-



плекс модуль фабрикации смешанного нитридного уран-плутониевого ядерного топлива. Через пару лет там запустят реактор БРЕСТ, который будет работать на этом топливе. В 2029 году уже первое выгруженное из этого реактора топливо будет переработано на сооружаемом на той же площадке модуле переработки ядерного топлива.

Нужно сказать, что проект «Прорыв» позволит Госкорпорацией «Росатом» перейти на новое качество ядерной энергетики. Прогнозируется, что замкнутый ядерный топливный цикл позволит достичь в 100 раз более эффективного использования природного урана, решит потенциальные экологические проблемы при обращении с радиоактивными отходами, а также станет главным аргументом про-

тив «радиофобии». Ведь замкнутый ядерный топливный цикл фактически означает, что радиационная безопасность окружающей среды гарантируется не техническими средствами и способами, а самим отсутствием активности сверх имеющихся уже природных уровней.

Вместе с этим нужно отметить, что обладание технологиями переработки отра-

ботанного ядерного топлива дает России преимущества в продвижении новых безопасных технологий обращения с опасным ядерным топливом. Только в нашей стране отработанное ядерное топливо является ресурсом. В других странах отработанное ядерное топливо квалифицируется в качестве радиоактивных отходов и подлежит исключительно хранению.



Опытно-демонстрационный энергетический комплекс (ОДЭК)
Проект "Прорыв"



Энергия ветра

Мировой рынок ветроэнергетики испытывает стабильный рост как по вводу новых мощностей, так и в отношении инвестиционной активности. В 2021 году прирост мощностей ВЭС составил более 92 ГВт, при этом в 2022 году прирост составил более 74 ГВт. По наиболее консервативным оценкам Международного энергетического агентства объем мощностей ВЭС вырастет с 0,93 ТВт в 2022 году до уровня 1,83 ТВт в 2030 году и 3,56 ТВт к 2050 году. Ежегодный ввод новых мощностей ВЭС может достигать в среднем 110 ГВт.

В 2022 году увеличились и инвестиции в возобновляемые источники энергии по сравнению с 2021 годом они выросли на 16% и достигли 0,5 трлн долларов. Из них порядка 200 млрд долларов было направлено на ветроэнергетические проекты.¹

Госкорпорация «Росатом» начала развивать ветроэнергетические проекты с 2017 года. Системным интегратором проектов Госкорпорации «Росатом» по ветроэнергетике выступает Акционерное общество «Новавинд». Компания занимается не только проектированием ветроэнергетических станций, но и создает собственное производство компонентов ветроэнергетических установок, управляет цепочкой поставщиков и логистикой компонентов на площадке с последующим сервисом и эксплуатацией.

Сегодня Госкорпорация «Росатом» является крупнейшим в России девелопером и оператором ветропарков, в эксплуатации которой находятся 9 ветроэлектростанций в Республике Адыгея, Ставропольском крае и Ростовской области общей мощностью 1 ГВт. Этот объем можно сравнить с мощностью реактора атомной электростанции.

¹ Публичный отчет «Итоги деятельности Госкорпорации «Росатом» 2022 г. <https://rosatom.ru/upload/iblock/ec8/ec8d8fad15a03f70e330d31b49a18f4e8.pdf>

Только за 2023 год компанией были введены в эксплуатацию три ветропарка. С 1 января 2023 года Берестовская ВЭС мощностью 60 МВт начала поставлять электроэнергию в единую сеть страны. В июне 2023 года введена в эксплуатацию «Кузьминская ВЭС» мощностью 160 МВт и в октябре запущена первая очередь Труновской ВЭС мощностью 60 МВт.

В настоящее время Росатом осуществляет реализацию программы строительства второй очереди Труновской ВЭС мощностью

35 МВт. По завершении строительства ветроэлектростанция будет состоять из 38 ветроэнергетических установок по 2,5 МВт каждая. Плановая среднегодовая выработка энергии – 225 млн кВт/ч.²

Кроме того, к 2027 году «Новавинд» планирует построить еще 700 МВт ветроэлектростанций. Уже сейчас на этапе проектирования находится Новолакская ВЭС мощностью 300 МВт на площадке в Дагестане. Также в планах компании строительство ветропарков на Чукотке и в Томаринском районе острова Сахалин.

Вместе с этим, неотъемлемой частью про-

² АО «Новавинд». <https://novawind.ru/production/our-projects/>



Кузьминская ВЭС Игорь Захаров/Газета «Страна Росатом»

граммы развития Госкорпорации «Росатом» является применение локализованных в России технологий.

На текущий момент Росатом является единственным в России производителем ветровых энергоустановок мультимегаваттного класса и выступает якорным заказчиком для российских промышленных предприятий – поставщиков оборудования, комплектующих и услуг в ветроэнергетике. Текущий уровень локализации ветропарков Росатома составляет 68%.³

К примеру, Труновская ВЭС уже укомплектована с помощью перестроенных цепочек поставок и замещения ушедших технологий российскими разработками.

Максимально локализованное оборудование для строительства ветроэлектростанций это несомненное преимущество Госкорпорации «Росатом».

В частности, в России только «Новавинд» производит генератор, который является наиболее важным и сложным техническим узлом ветроустановки. На площадке «Атомаша» в Волгодонске Ростовской области также компания выпускает ступицы, гондолы и системы охлаждения. ТВЭЛ поставляет для производства редкоземельные магниты – один из самых дорогостоящих компонентов для производства генератора. На сегодняшний день компания «Новавинд» способна выпускать до 120 турбин в год по 2,5 МВт каждая.⁴

И уровень локализации оборудования продолжает повышаться. Так, 15 июня на Петербургском международном экономическом форуме состоялось подписание соглашения о реализации инвестиционного проекта по созданию производства лопастей ветрогенераторов в Ульяновской области.

³ На ПМЭФ-2023 Росатом принял участие в обсуждении состояния возобновляемой энергетики в России <https://www.rosatom.ru/journalist/news/na-pmef-2023-rosatom-prinyal-uchastie-v-obsuzhdenii-sostoyaniya-vozobnovlyаемoy-energetiki-v-rossii/>

⁴ Первый зеленый гигаватт <https://www.kommersant.ru/doc/6350608>

До 2022 года лопасти в России производила только одна компания – датская Vestas, с уходом которой были утрачены созданные промышленные компетенции. В результате «НоваВинд» принял на себя функции по производству и монтажу ВЭУ «с учетом введенных санкционных ограничений».

Открытие производства композитных ветролопастей запланировано до декабря 2024 года. На площадке ульяновского завода будут изготавливаться ветролопасти весом более 7,5 тонн и длиной порядка 50 метров. Производственные мощности цеха рассчитаны на изготовление 450 лопастей в год при максимальной загрузке.

Еще один проект Госкорпорации «Росатом» направленный на расширение использования возобновляемой энергии – «Зеленый порт», в рамках которого несколько структур, включая группу компаний «Дело», заключили прямые договоры с ветроэнергетическим дивизионом «Росатома» – компанией «НоваВинд» – о поставках электроэнергии с ВЭС на свои объекты.

Так, в 2021 году расположенные в Новороссийске зерновой терминал КСК и контейнерный терминал НУТЭП холдинга «ДелоПортс» (входит в группу компаний «Дело») стали первыми в России крупными объектами портовой инфраструктуры, объявившими о переходе на использование возобновляемой энергии. С 1 января 2022 года в рамках проекта «Зеленый порт» терминалы получают энергию от ветряных электростанций по договору с АО «Атомэнергопромсбыт».⁵

Проект «Зеленый порт» позволяет применить производство электрической энергии на базе низкоуглеродных зеленых источников энергии для целей содействия экспорту из России с минимальными выбросами углекислого газа, что, в свою очередь, отражается на снижении у терминалов НУТЭП и КСК расчётных показателей отчетности о косвенных выбросах парникового

⁵ Лихачев рассказал, как «Росатом» развивает природосберегающие технологии. РИА новости.05.06.2023.

«На примере Росатома можно точно сказать, что достижение технологического суверенитета возможно. За 2022 год мы не остановили производство, не остановили сооружение объектов. Что касается уровня локализации, то здесь еще требуется донастройка и, возможно, повышение требований. В ветроэнергетике есть узлы и технологии, которые дают более устойчивую позицию с точки зрения производственной цепочки и периода эксплуатации, когда не теряется возможность эксплуатировать и ремонтировать это оборудование. Мы в Росатоме планируем увеличить уровень локализации наших объектов до 80-85%».

Григорий Назаров,
генеральный директор АО «НоваВинд»

газа (Scope 2) и прочих косвенных выбросах углерода (Scope 3) для их клиентов.

По оценке «НоваВинд» потенциальное снижение выбросов CO₂ за счет перехода на использование энергии ветра по НУТЭП и КСК составит порядка 12,5 тыс. тонн CO₂ в год по отношению к традиционным источникам электрической энергии при условии сжигания на них природного газа, что соот-

ветствует выбросам CO₂ от 2700 машин.⁶

Кроме того и на глобальном рынке ветроэнергетики Госкорпорация «Росатом» претендует на роль девелопера ветроэнергетических проектов полного цикла. В целях реализации поставленных задач в июне 2021 года Стратегическим советом Госкорпорации «Росатом» утверждена Программа «ВИЭ – зарубежные рынки», которая была скорректирована под влиянием геополитических факторов в сентябре 2022 года.

В соответствии с программой портфель зарубежных проектов Госкорпорации «Росатом» к 2024 году составит 700 МВт, а к 2030 году – 5 ГВт (совокупно в сегментах наземных и морских ветряных электростанций, а также солнечных электростанций). Целевыми рынками для реализации этих проектов станут страны Юго-Восточной Азии, Африки и СНГ.

В марте 2023 года АО «НоваВинд» и Primus Advanced Technologies Ltd. подписали соглашение о закреплении верхнеуровневой «дорожной карты» сотрудничества по проектам строительства ветропарков. Соглашение предполагает организацию сотрудничества по сооружению ветропарков в Мьянме общей установленной мощностью 172 МВт.⁷

Также Росатом ведет переговоры и о создании ВЭС во Вьетнаме, у которого среди стран АСЕАН самая масштабная программа развития ветроэнергетики. Уже подписано соглашение о строительстве ветропарка в центральной части провинции Шонла на северо-западе страны. Мощность станции – 128 МВт.⁸

Нужно отметить, что с 2022 года совместно с Минэнерго России и другими профильными ведомствами Госкорпорация «Росатом» принимает участие в реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Низкоуглеродная энергетика полного жизненного цикла» в части научно-технологического обеспечения разработки и реализации новых подходов к развитию низкоуглеродной энергетики полного жизненного цикла в сфере атомной генерации энергии, водородной энергетики, возобновляемых источников энергии, а также накопителей энергии с использованием новых отечественных наукоемких решений и технологий.⁹

⁶ Проект по использованию энергии ветра «Зеленый порт». Mission Impact . <https://impact-mission.org/ru/cases/green-port-wind-energy-project/>

⁷ АО «НоваВинд» и Primus Advanced Technologies Ltd. (Мьянма) подписали соглашение о сотрудничестве в сфере ветроэнергетики <https://www.rosatom.ru/journalist/news/ao-novavind-i-primus-advanced-technologies-ltd-myanmar-podpisali-soglashenie-o-sotrudnichestve-v-sfer/>

⁸ «Зеленые» проекты Росатома. Спецпроект КП. <https://www.kp.ru/putevoditel/spetsproekty/green-energy/proekty-rosatoma>

⁹ Публичный отчет «Итоги деятельности Госкорпорации «Росатом» 2022 г. <https://rosatom.ru/upload/iblock/ec8/ec8d8fad15a03f70e30d31b49a18f4e8.pdf>



Кармалиновская ВЭС/АО «НоваВинд»

Введенные ветроэлектростанции

Адыгейская ВЭС расположена на границе Шовгеновского и Гиагинского районов Республики Адыгея. Это первый завершённый ветроэнергетический объект «Росатома». В составе ВЭС работают 60 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Суммарная мощность ВЭС – 150 МВт. Плановая выработка электроэнергии – 354 млн кВт/ч в год, что составляет 20% от общего потребления региона. С 1 марта 2020 года Адыгейская ВЭС начала поставлять электроэнергию и мощность на оптовый рынок электроэнергии и мощности. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, – 55%. Общая площадь ветропарка на период эксплуатации – 60 га.

Кочубеевская ВЭС **введена в эксплуатацию** в декабре 2020 года. Ветропарк расположен в Ставропольском крае, и на сегодня это самая крупная ВЭС в стране. С 1 января 2021 года станция поставляет электроэнергию в единую сеть страны. Ветропарк состоит из 84 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Установленная мощность ветропарка составляет 210 МВт. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составила 65%. Общая площадь ветропарка на период эксплуатации – 75 га. Плановая среднегодовая выработка энергии – 597 млн кВт/ч.

Кармалиновская ВЭС, расположенная в Ставропольском крае, с 1 апреля 2021 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 60 МВт состоит из 24 ВЭУ мощностью 2,5 МВт. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составила 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Плановая среднегодовая выработка энергии – 147 млн кВт/ч.

Марченковская ВЭС, расположенная в Ростовской области, с 1 июля 2021 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 120 МВт состоит из 48 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Плановая среднегодовая выработка энергии – более 402 ГВт/ч.

Бондаревская ВЭС, расположенная в Ставропольском крае, с 1 сентября 2021 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 120 МВт состоит из 48 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Плановая среднегодовая выработка энергии – 354 млн кВт/ч.

Медвеженская ВЭС, расположенная в Ставропольском крае, с 1 декабря 2021 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 60 МВт состоит из 24 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Плановая среднегодовая выработка энергии – 171 млн кВт/ч.

Берестовская ВЭС, расположенная в Ставропольском крае, с 1 января 2023 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 60 МВт состоит из 24 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная

Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Плановая среднегодовая выработка энергии – 175,5 млн кВт/ч.

Кузьминская ВЭС, расположенная в Ставропольском крае, с 1 июня 2023 года начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Станция с установленной мощностью 160 МВт состоит из 64 ВЭУ мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. ВЭС оснащена оборудованием, полностью произведенным на территории России. Планируемая среднегодовая выработка энергии – 378 млн кВт/ч.¹

¹ Росатом»: На пути к модели экологически устойчивого развития. Энергетика и промышленность России. 13.06.2023г. <https://www.eprussia.ru/market-and-analytics/6655862.htm>

Труновская ВЭС, расположенная на территории Труновского муниципального округа Ставропольского края, с 1 октября 2023 года первая очередь Труновской ВЭС начала поставлять электроэнергию в единую сеть России. Установленная мощность – 60 МВт. В составе ВЭС работают 24 ветроэнергетических установки мощностью 2,5 МВт каждая. Степень локализации оборудования объекта, подтвержденная Министерством промышленности и торговли РФ, составляет 68%. Высота ВЭУ на Труновской ВЭС (вместе с ротором) составляет 150 м. Длина лопастей – 49,05 м, а вес каждой – 8,6 тонны. Сама башня весит 217 тонн, генератор – 49,5 тонн. Общий вес конструкции – 324 тонны. Вторая очередь Труновской ВЭС будет запущена до конца 2023 года, в ее состав войдут 14 ветроэнергетических установок общей мощностью 35 МВт. Плановая среднегодовая выработка энергии все станции составит 225 млн кВт/ч.



Адыгейская ветроэлектростанция

ВЭУ в цифрах

1. Фундамент

Количество свай — 18-20 штук. Диаметр свай — 1,2 м, диаметр фундамента — 20 м. Высота свай — 18-25 м (высота 6-8-и этажного дома). Вес фундамента — порядка 1900 тонн (33 вагона пассажирского поезда).

2. Башня

Состоит из порядка ста гнутых стальных листов, которые изготавливаются на специальных листогибочных прессах и скрепляются в секции. Внутри башни проходят силовые кабели, по которым передается электрический ток от генератора к конвектору.

Количество секций — 8 штук. Высота первой секции — 9,5 м, со второй по седьмую — 12 м, восьмой — 18 м. Общая высота башни — 96 м (высота 31 этажного дома). Для сравнения, высота статуи Свободы в Нью-Йорке — 93 м).

Диаметр у основания — 4,2 м. Диаметр в верхней точке — 2,3 м. Масса башни — 217 тонн (54 слона или примерно 4 вагона пассажирского поезда). Количество компонентов — 49 763 штук. Количество болтов — 10 тыс. штук. Время, за которое можно подняться на техническом подъемнике — 7 минут.

3. Статор

Состоит из 180 кг эпоксидной смолы, 52160 штук компонентов. Общая длина изоляционных материалов — 7 100 м. Общая длина медного провода — 1 800 м.

4. Синхронный многополюсный генератор

Генератор постоянного тока — электрическая машина, преобразующая механическую энергию в электрическую энер-

гию постоянного тока. Масса генератора — 49,5 тонн (9 Индийских слонов или 99 коров). Диаметр — 4,3 м. Количество компонентов — 368 206 штук. Мощность — 2,5 МВт.

300 000 пластин нужно для изготовления генератора. Пластины изготавливаются из электротехнической стали для установки медных обмоток и постоянных магнитов. Постоянные магниты формируют магнитное поле, а при вращении ротора в медных обмотках возникает электрический ток. Вес магнитов — 3,3 тонн, вес медных проводников — 3,9 тонн.



5. Гондола

Служит для крепления генератора и ветроколеса на башню. Через нее осуществляется доступ обслуживающего персонала к генератору и ветроколесу. Вес — 16 тонн (четыре слона). Количество компонентов — 9321 штук.

6. Ступица

Представляет собой высокотехнологичное крупногабаритное литье из высокопрочного чугуна, обработанное на специальных высокоточных станках. Вес — 20 тонн (пять слонов). Количество компонентов — 2609 штук.

7. Лопасти

От совершенства аэродинамических характеристик лопасти напрямую зависит КПД ветрогенератора. Лопасти должны быть прочными и упругими, иначе высокие ветры сломают их, как спички. Помимо этого, лопасти должны иметь минимальный вес, так как повышение массы увеличивает нагрузки на конструкцию в целом. Вес — 8,6 тонн. Длина — 49,05 м (16-ти этажный дом). Скорость вращения на конце лопасти — 225 км/ч.

8. Ротор в сборе (ступица и три лопасти)

Диаметр — 100 м (33 этажный дом). Обметаемая площадь — 7 900 кв. м (футбольное поле — 7 140 кв. м).

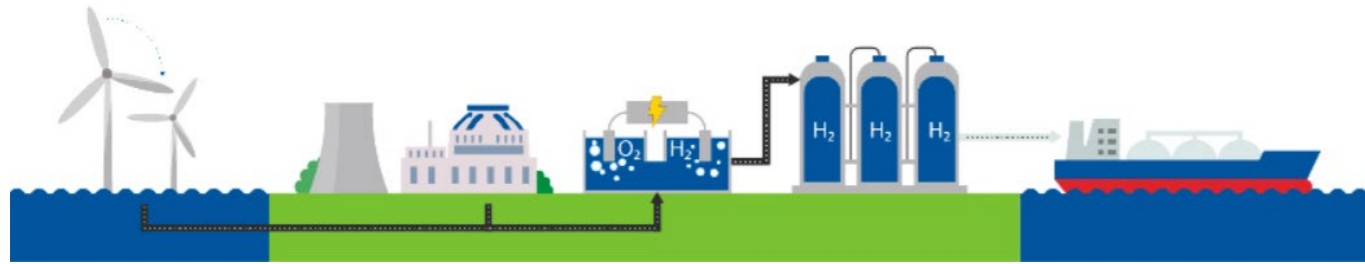
9. ВЭУ в сборе

Общий вес ВЭУ — около 324 тонн. Общая высота (с учетом длины лопастей) — 150 м (примерно 50 этажный дом). В среднем ВЭУ состоит из 7 000 — 8 000 различных деталей. Срок службы 20 — 25 лет. Номинальная скорость ветра — 11,6 м/с (42 км/ч). Номинальная частота вращения — 14,8 об/мин. Диапазон рабочих скоростей ветра: 2,5 - 22 м/с (9 км/ч — 80 км/ч).¹

¹ «Росатом»: На пути к модели экологически устойчивого развития. Энергетика и промышленность России. 13.06.2023 г. <https://www.eprussia.ru/market-and-analytics/6655862.htm>

Завод АО "Новавинд"

Водородная энергетика



Сегодня одной из амбициозных задач для России является достижение технологического суверенитета в сфере водородной энергетики.

В соответствии с Энергетической стратегией Российской Федерации на период до 2035 года Россия намерена войти в число мировых лидеров по производству и экспорту водорода. Применение этого универсального энергоносителя позволит сократить выбросы углеводородов в атмосферу в таких секторах, как транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, химическая промышленность, производство удобрений, металлургия и многих других.

Таким образом, перед ведущими российскими энергетическими, технологическими и промышленными компаниями сегодня стоит задача по созданию фактически новой отрасли российской промышленности, в рамках обновления инфраструктуры энергетического комплекса страны.

Наряду с другими технологическими лидерами, ориентированными на устойчивое развитие, Госкорпорация «Росатом» осознает значимость водородных технологий в решении глобальных климатических проблем и развивает это направление.

Так, в феврале 2022 года с участием «Росатома» был учрежден «Национальный союз развития водородной энергетики» (Национальный водородный союз).

Учредителями союза выступили «Русатом Оверсиз», структура «Роснано» — стартап-студия «ТехноСпарк» (входит в инвестиционную сеть Фонда инфраструктурных и образовательных программ «Роснано»), а также «Н₂ Инвест» (принадлежит «Газпромбанк-Развитию»).

Деятельность союза направлена на объединение усилий бизнеса и науки для развития водородной энергетики в России, координации усилий участников рынка, содействия реализации Национальной водородной программы, подготовки предложений по нормам поддержки сектора совместно с органами власти.

Предполагается, что союз объединит компании, потребителей, финансовые институты и научные организации. Для этого уже подписан ряд соглашений с российскими и зарубежными партнерами в целях развития сотрудничества и возможностей кооперации по реализации пилотных водородных проектов.¹

Кроме того, в рамках реализации объединенной дорожной карты развития высокотехнологичного направления «Водородная энергетика» в январе 2023 года между Правительством Российской Федерации и Госкорпорацией «Росатом» было подписано Соглашение о сотрудничестве в области

¹ Публичный отчет «Итоги деятельности Госкорпорации «Росатом» 2022 г. <https://rosatom.ru/upload/iblock/ec8/ec8d8fad15a03f70e30d31b49a18f4e8.pdf>

развития водородной энергетики, в котором говорится, что Госкорпорация берет на себя обязательства до 2030 года реализовать программу по созданию отечественных технологий в области производства и обращения с водородом, а также организовать серийное производство российских электролизных установок различной мощности. Вместе с этим «Росатом» будет вести работы по проекту создания атомной энерготехнологической станции с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами и химико-технологической частью.

Системным интегратором Госкорпорации по развитию коммерческих водородных проектов, продвижению оборудования и перспективных решений по всей цепочке поставок выступает АО «Русатом Оверсиз». Сегодня компания осуществляет свою деятельность от организации низкоуглеродного производства водорода для потребителей на территории России и заканчивая

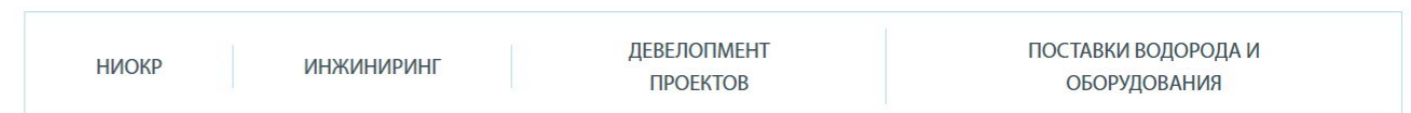
хранением и транспортировкой водорода международным заказчикам, а также работает над проектами в области создания водородной заправочной инфраструктуры для железнодорожного и других видов транспорта на водородных топливных элементах, сотрудничает с крупными металлургическими и другими промышленными предприятиями, и развивает международное сотрудничество в этой сфере.

В марте 2023 года АО «Русатом Оверсиз» и компания «Поликом», ведущий поставщик промышленных генераторов водорода, заключили соглашение о консорциуме для развития и продвижения оборудования в сфере водородной энергетики, в рамках которого планируется объединить усилия для продвижения электролизеров российского производства на внутренние и внешние рынки, а также организовать поставки высокотехнологичного оборудования и услуг потребителям в различных секторах экономики.

Производственно-сбытовая цепочка поставок водорода



*CCUS — технология улавливания, утилизации и хранения CO₂



АО «Русатом Оверсиз»

Сегодня Госкорпорация «Росатом» ориентирована на развитие и коммерциализацию технологий производства низкоуглеродного водорода, таких как паровая конверсия метана с улавливанием и утилизацией углекислого газа и электролиз, который является одним из самых экологичных способов производства водорода. У Росатома также есть перспективы масштабного производства экологичного водорода с применением технологий высокотемпературного газоохлаждаемого реактора (ВТГР).²

Отдельно нужно сказать, что российские промышленные предприятия крайне заинтересованы в появлении отечественных электролизных установок для производства водорода. Более того, ряд предприятий в этом случае готовы рассмотреть возможные изменения в своих технологических процессах и расширить использование электролизного водорода в рамках «зеленой» повестки и повышения экологичности производства.

Ответом на запросы отечественной промышленности могут стать два мощностных ряда электролизеров, созданных в Росатоме.

Так, новоуральский ООО «НПО «Центротех» по заказу АО «Концерн Росэнергоатом» в рамках инвестиционного проекта по созданию отечественных технологий атомно-водородной энергетики для крупномасштабного производства водорода разработал новую экологичную технологию электролиза воды, благодаря которой удалось создать компактную установку с низким удельным энергопотреблением электролизной батареи, обеспечить высокие динамические характеристики и безопасную эксплуатацию электролизной установки от нулевого уровня до 115% от номинальной производительности, также требуемую чистоту товарного водорода.

В 2022 году специалистами НПО «Цен-

² АО «Росатом Оверсиз». <https://rusatom-overseas.com>



тротех» была разработана линейка электролизных установок производительностью от 5 до 40 нормальных кубометров в час (Нм³/ч), первый опытный образец успешно прошел полный цикл испытаний. В 2023 году начались испытания опытного образца установки, открывающей вторую мощностную линейку электролизеров производительностью более 50 Нм³/ч. А до конца 2026 года в планах Топливной компании ТВЭЛ создать полноценное серийное производство российских электролизеров в Новоуральске.

В настоящее время использование электролизных установок производства НПО «Центротех» планируется при реализации ряда пилотных проектов в области водородных технологий с участием Росатома: при создании Центра водородного инжиниринга с опытным полигоном на острове Сахалин, стендового испытательного комплекса по производству водорода на Кольской АЭС, водородного заправочного комплекса

для обеспечения поездов на водородных топливных элементах на острове Сахалин и в других пилотных проектах.³

В октябре 2023 года специалисты Государственного научно-исследовательского и проектного института редкометаллической промышленности приступили к научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам по созданию технологии производства энергетических установок на базе российских топливных элементов. Инновационная разработка позволит напрямую получать экологически чистую энергию из водорода.

Разрабатываемая энергетическая установка будет состоять из российских среднетемпературных твердооксидных топливных элементов. В качестве топлива будут подаваться два газа, выполняющих роль

³ Росатом представил российским промышленникам технологии для производства водорода. https://www.tvel.ru/press-center/news/?ELEMENT_ID=10505&arrNewsFilter_idBlock=1

восстановителя и окислителя. На данном этапе проекта в качестве первого рассматривается водород, в качестве второго — воздух.

Разрабатываемое технологическое решение исключит зависимость домохозяйств от наличия подключения к линиям электропередач и позволит получать электроэнергию и тепло одновременно, при меньших затратах. Помимо очевидной экологичности, такие энергоустановки на 15% более эффективны, чем традиционные электрогенераторы, топливом для которых являются жидкие углеводороды. Данная технология потенциально также применима в различных видах транспорта, стационарных энергоустановках для объек-

тов удаленных от линий электропередач — вышек сотовой связи метеорологических станций и дата-центров.

По завершении НИОКР и полного цикла испытаний, ориентировочно к 2025 году, планируется организовать мелкосерийное производство топливных элементов, чтобы испытать водородные станции в реальных условиях.

Проект реализуется в сотрудничестве с частным учреждением по обеспечению научного развития атомной отрасли «Наука и инновации», Институтом химии твердого тела УрО РАН, Институтом черной металлургии им. И.П. Бардина и Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева.⁴

⁴ Ученые Росатома приступили к разработке импортонезависимой технологии получения электричества из водорода. <https://atommedia.online/2023/10/12/uchenye-rosatoma-pristupili-k-razraboto/>

Глоссарий

Атомная электростанция (АЭС) — комплекс технических сооружений, предназначенных для выработки электрической энергии путем использования энергии, выделяемой при контролируемой ядерной реакции.

Атомная энергия — это энергия, которая извлекается из ядра атома, поскольку эта энергия является силой, которая удерживает вместе ядро и атом, небольшую единицу, из которой состоит вся материя в мире.

Атомная энергетика — отрасль энергетики, использующая ядерную энергию для целей электрификации и теплофикации.

АСММ — класс АЭС с электрической мощностью, не превышающей 300 МВт, и тепловой мощностью не более 500 МВт.

Ветроэнергетика — это направление альтернативной энергетики, основанной на использовании возобновляемого источника энергии, которым является ветер.

Водородная энергетика — отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумуляции, транспортировки, производства и потребления энергии.

Возобновляемая энергетика — область хозяйства, науки и техники, охватывающая производство, передачу, преобразование, накопление и потребление электрической, тепловой и механической энергии, получаемой за счет использования возобновляемых источников энергии.

Декарбонизация — процесс перехода к низкоуглеродной экономике.

Захоронение радиоактивных отходов — безопасное размещение радиоактивных отходов в хранилищах или каких-либо

местах, исключающее изъятие отходов и возможность выхода радиоактивных веществ в окружающую среду.

Низкоуглеродная энергетика — это подход к производству и потреблению энергии, который направлен на снижение выбросов парниковых газов в атмосферу. Основной целью такой энергетики является сокращение загрязнения окружающей среды и борьба с изменением климата. Принципы низкоуглеродной энергетики основаны на использовании возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая и гидроэнергетика

Отработавшее ядерное топливо, облученное ядерное топливо (ОЯТ) — извлеченные из активной зоны тепло-выделяющие элементы (ТВЭЛ) или их группы, тепловыделяющие сборки ядерных реакторов атомных электростанций и других установок (исследовательских, транспортных и прочих). Топливо относят к отработавшему, если оно более неспособно эффективно поддерживать цепную реакцию.

Парниковый газ — это газ, который поглощает и излучает лучистую энергию в тепловом инфракрасном диапазоне, вызывая парниковый эффект. Основными парниковыми газами в атмосфере Земли являются водяной пар (H_2O), углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O) и озон (O_3).

Переработка отработавшего ядерного топлива — комплекс химико-технологических процессов, предназначенный для удаления продуктов деления из отработавшего ядерного топлива и регенерации делящегося материала для повторного использования.

Переработка и кондиционирование радиоактивных отходов — технологические операции по приведению радиоактивных отходов в физическую форму и состояние, пригодные для их захоронения.

Принципы ESG — принципы ведения деятельности организации, учитывающие экологические (environmental – E), социальные (Social – S) и управленческие (Governance – G) факторы. Термин ESG распространен в инвестиционном сообществе, по смыслу принципы ESG близки принципам устойчивого развития.

Радиоактивные отходы — не подлежащие дальнейшему использованию материалы и вещества, а также оборудование и изделия, содержание радионуклидов в которых превышает установленные нормы.

Таксономия — наука о классификации сложных иерархических систем.

Таксономия ЕС — это схема зеленой классификации конкретных видов экономической деятельности для оценки их экологических целей. По сути, Таксономия ЕС — это система, которая определяет экологически устойчивые виды деятельности и предоставляет способы, с помощью которых компания может рассчитать свой оборот в области устойчивого развития.

Топливный элемент — электрохимическое устройство, непрерывно преобразующее химическую энергию топлива и окислителя в электрическую энергию. Топливо и окислитель обычно хранятся вне элемента и попадают в него по мере их потребления.

Устойчивое развитие — процесс экономических и социальных изменений, при котором эксплуатация природных ресурсов, направление инвестиций, ориентация научно-технического развития, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

Электролиз — это процесс разложения воды под действием постоянного электрического тока на кислород и водород.

Электролизер — аппарат для электролиза, т.е. осуществления электрохимических процессов путем пропускания постоянного тока от внешнего источника.

Электроэнергетика — отрасль экономики Российской Федерации, включающая в себя комплекс экономических отношений, возникающих в процессе производства (в том числе производства в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии), передачи электрической энергии, оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, сбыта и потребления электрической энергии с использованием производственных и иных имущественных объектов (в том числе входящих в Единую энергетическую систему России), принадлежащих на праве собственности или на ином предусмотренном федеральными законами основании субъектам электроэнергетики или иным лицам. Электроэнергетика является основой функционирования экономики и жизнеобеспечения.

Энергоноситель — вещество в твердом, жидком или газообразном состоянии, обладающее энергией, которая может быть превращена в используемый вид энергии.

Энергоэффективность (энергетическая эффективность) — это рациональное использование энергетических ресурсов в процессе хозяйственной деятельности предприятий.

Ядерно-топливный цикл (ЯТЦ) — непрерывный цикл технологических переделов, от добычи урана до окончательного захоронения радиоактивных отходов.

Союз организаций атомной отрасли «Атомные города» рекомендует

«Новый путь: китайская стратегия. «Низкий углеродный след+»



Авторы: Мэн Гуаншнь, Цзэн Шаодзюнь
Издательство: TeamBook2
Год: 2022

Описание:

В книге представлено аналитическое исследование в области декарбонизированной экономики (LCE), основанной на низкоуглеродных источниках энергии при минимальном объёме эмиссии парниковых газов, проведённое научной группой Китайского центра международных экономических обменов, возглавляемой доктором наук Цзэн Шаоцзюнем.

Авторами предлагаются конструктивные методы и инструменты структурной перестройки и промышленной модернизации в соответствии с новой экономической нормой. Рассматриваются вопросы горизонтальной интеграции, сформулированы конкретные предложения по трансформации отраслевого развития в первичном (добыча и переработка) и вторичном (промышленное производство) секторах экономики, а также в строительной, транспортной, энергетической отраслях и потребительском секторе.

Книга состоит из десяти отчетов-исследований, описывающих мировой опыт и ключевые идеи низкоуглеродного развития экономик, пути реализации стратегии в Китае, а также концепции декарбонизации в различных отраслях.

«Энергия. История человечества»



Авторы: Роудс Ричард
Издательство: КоЛибри
Год: 2021

Описание:

В своей книге лауреат Пулитцеровской премии Ричард Роудс рассказывает о событиях и достижениях, которые легли в основу всех революционных переходов в энергетике и транспорте: от животной силы и гидроэнергии — к паровой машине, от двигателя внутреннего сгорания — к электромотору. Исследуя направления развития технической мысли и уроки, которые извлекло человечество в процессе покорения сил природы, Роудс дает ответ на вопрос, как нам удалось произвести преобразования и обратить заложенные в них возможности себе во благо. Логическим итогом блестящего обзора ключевых событий истории энергетики за четыре столетия становится панорама нынешнего энергетического ландшафта, в том числе производство энергии из возобновляемых источников и вопросы ядерной энергетики. В изложении прослеживается тесная взаимосвязь с такими темами, как риск глобального потепления и стремительный рост численности населения Земли, которая к 2100 году должна достигнуть десяти миллиардов человек. Книга предназначена для всех, кого заботит влияние человека на окружающую среду и будущее мира.

«Нынешние дебаты [об изменениях климата] почти не затрагивают богатейшего человеческого аспекта истории — истока современных энергетических проблем. Одна из целей, которые я ставил перед собой, когда писал «Энергию», состоит в заполнении этого пробела — людьми, событиями, датами, местами, методами, примерами, аналогиями, поражениями и победами — для оживления дискуссии и прояснения возможных решений». (Ричард Роудс)



Москва
2023

eco.atomgoroda.ru