

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

#7

сентябрь

2021

Главная тема

ТВЭЛ — 25!

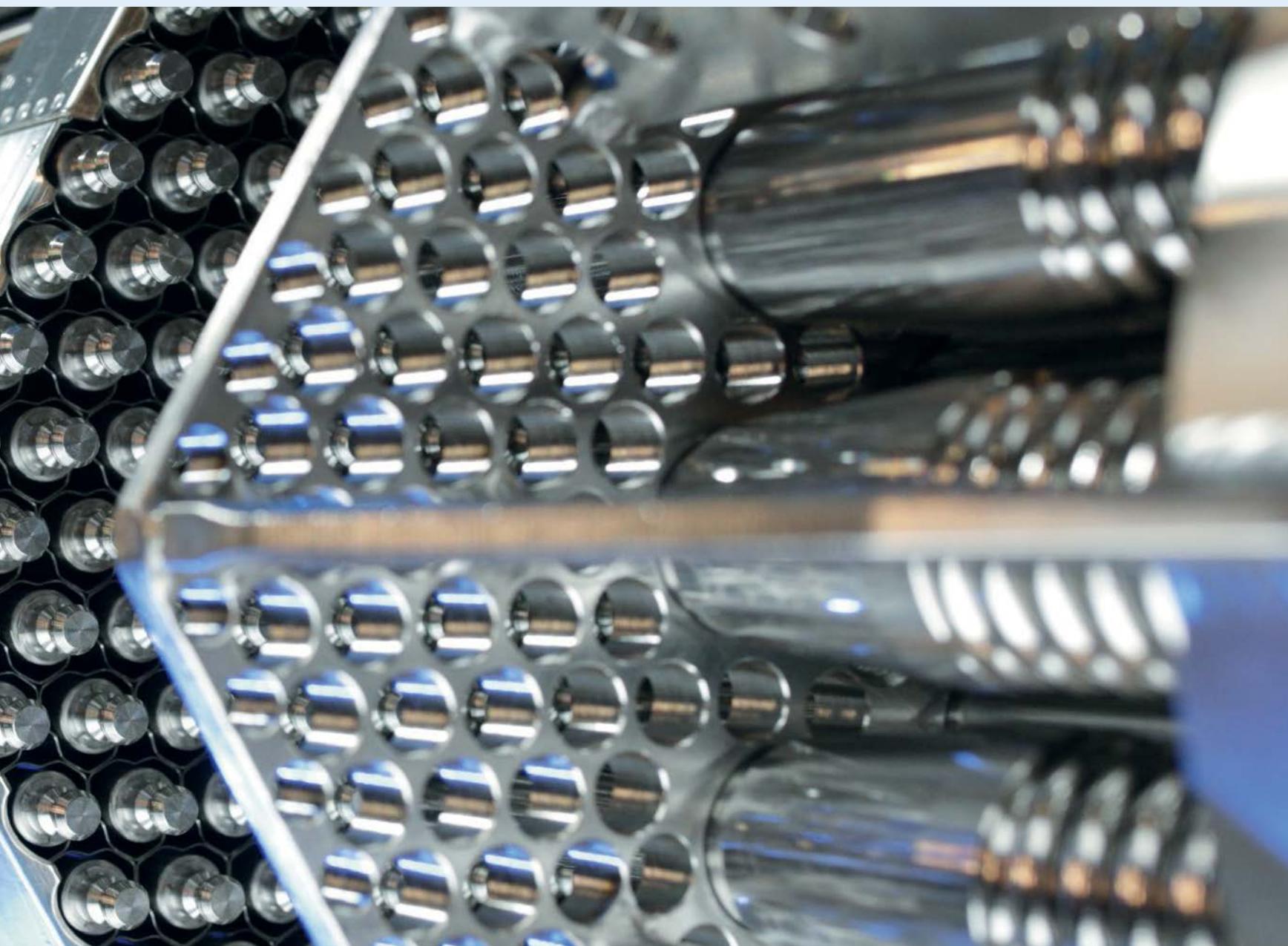
*Топливная компания Росатома: достижения
и перспективы*

В номере

Итоги ВЭФ **4**

Проект «Прорыв» **43**

Горное дело **46**



Уважаемые читатели!

25 лет назад, 12 сентября 1996 года, было создано ОАО «ТВЭЛ». Сегодня Топливная компания Росатома «ТВЭЛ», объединяющая в единую структуру предприятия ядерного топливного цикла в 10 регионах нашей страны, — один из ведущих игроков глобального рынка ядерного топлива. Но созданием ядерного топлива работа компании не ограничивается. Главная тема номера знакомит с широким спектром деятельности предприятий и организаций топливного дивизиона Росатома, которая включает участие в международных научных проектах, производство продуктов и материалов для высокотехнологичных отраслей, развитие инновационных направлений неядерных бизнесов, разработку и внедрение экологических решений.

Рубрика «Производство» рассказывает, как добывает уран ППГХО и когда там заработает новый рудник, а рубрика «Международное сотрудничество» — о том, как РАСУ, УЭМЗ и Schneider Electric разработали и сертифицировали изделия для поставок на зарубежные АЭС.

Также из материалов номера вы узнаете, какие основные соглашения Росатом подписал на Восточном экономическом форуме, как оценивает текущее состояние мировой атомной энергетики Всемирная ядерная ассоциация и чем важен доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата.

ВЕСТНИК АТОМПРОМА

№ 7, сентябрь 2021 года

Информационно-аналитическое издание

Редакционный совет
Г. М. Нагинский, М. В. Ковальчук,
К. Б. Зайцев, Л. А. Большов, Г. И. Склад.

Главный редактор
Юлия Долгова.

Выпускающий редактор
Ольга Еременко.

Дизайн и верстка
Ян Якобсон, Валерий Балдин,
Андрей Ковлягин.

Корректор
Алёна Капыльская.

Учредитель, издатель и редакция
Общество с ограниченной ответственностью «НВМ-пресс».

Адрес редакции
129110 Москва,
ул. Гиляровского, д. 57, с. 4.

Отдел распространения и рекламы
Татьяна Сазонова
sazonova@strana-rosatom.ru
+7 (495) 626-24-74.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации СМИ
ПИ №ФС77-59582
от 10 октября 2014 года.

Тираж 1910 экземпляров.
Цена свободная.
Подписано в печать: 23.09.2021

При перепечатке ссылка на «Вестник атомпрома» обязательна. Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Суждения и выводы авторов материалов, публикуемых в «Вестнике атомпрома», могут не совпадать с точкой зрения редакции.

Содержание

Официально	ВЭФ-2021: новые возможности 4	Производство	С чего начинается топливо 46
	<i>VI Восточный экономический форум прошел 2–4 сентября во Владивостоке</i>		<i>Как работает флагман российской горнодобывающей отрасли</i>
Главная тема	ТВЭЛ в 25 фактах 6	Международное сотрудничество	Секреты в шкафу 50
	<i>Весь спектр деятельности Топливной компании Росатома</i>		<i>РАСУ, УЭМЗ и Schneider Electric разработали и сертифицировали изделия для поставок на зарубежные АЭС</i>
	Ядерные продукты 12		Климатический набат 54
ЯТЦ	<i>Главные по топливу: Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» — один из ведущих игроков мирового рынка ЯТЦ</i>	Устойчивое развитие	<i>Шестой доклад МГЭИК в вопросах и ответах</i>
	Чистая планета 20		Инжиниринг взаимопонимания 56
НАУКА	<i>ТВЭЛ для будущих поколений: экологические решения — переработка ОГФУ и вывод объектов из эксплуатации</i>	ИЦАЭ/Фотоотчет	<i>Коллекция впечатлений: отчет о фотовыставке, которая прошла в Новой Третьяковке</i>
	Энергия будущего 21		Генри Киссинджер: «О Китае» 60
	<i>Технологии для замыкания ядерного топливного цикла</i>		<i>Рассказываем о книге известного американского политика, в которой он анализирует, как публичные стратегии помогают государствам развиваться</i>
НЕЯДЕРНЫЕ БИЗНЕСЫ	Рубежи науки 24	Особое мнение	Атомная энергетика: устойчивость и гибкость 62
	<i>Научно-техническая деятельность ТВЭЛ: от разработки нового топлива до участия в проектах класса «мегасайенс»</i>		<i>Всемирная ядерная ассоциация опубликовала ежегодный отчет</i>
	В блеске металла 30		
ПСР	<i>Металлургическая продукция производства ТВЭЛ на земле, на воде и в воздухе</i>	Международное обозрение	
	Зеленый мир 34		
	<i>Продукты ТВЭЛ, которые помогают делать мир чище: автокатализаторы, накопители энергии, магниты для ветроустановок</i>		
«Прорыв»	Индустрия 4.0 37		
	<i>В ногу со временем: аддитивные технологии и цифровые продукты Топливной компании Росатома</i>		
	Показатели хорошего роста 40		
	<i>Как Топливная компания повысила свою операционную эффективность при помощи Производственной системы «Росатом»</i>		
	Проверка на безопасность 43		
	<i>Проведена оценка радиационных рисков при эксплуатации МФР ОДЭК</i>		

Фото на обложке
АО «ТВЭЛ»

ВЭФ-2021: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

VI Восточный экономический форум прошел 2–4 сентября во Владивостоке

В этом году форум, прошедший под девизом «Новые возможности Дальнего Востока в меняющемся мире», собрал более 4000 участников, в том числе более 400 глав компаний. Насыщенная деловая программа включала свыше 100 мероприятий по актуальным вопросам как международной, так и региональной повестки. В ходе форума было подписано 380 соглашений (это рекордное количество) на сумму 3,6 трлн рублей. Среди них — немало важных соглашений, заключенных Росатомом.

Развитие БСМП

Росатом и Минвостокразвития России подписали соглашение о сотрудничестве в развитии Большого Северного морского пути. Стороны планируют осуществлять скоординированные действия, направленные на развитие БСМП в целях обеспечения устойчивого роста экспортного, каботажного и транзитного грузопотока.

Инфраструктурное развитие Чукотки

Росатом и правительство Чукотского автономного округа подписали соглашение о сотрудничестве. Стороны намереваются осуществить совместные действия по укреплению социальной и инфраструктурной составляющей региона, в том числе в Билибино и Певеке — местах расположения Билибинской АЭС и плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС). Соглашение определяет готовность сторон рассмотреть возможность совместного участия в проектах развития Севморпути, улучшения качества связи в населенных пунктах региона, их энергообеспечения и благоустройства. Документ позволит привлечь предприятия Росатома к реализации инвестиционных проектов и приоритетных региональных программ в сферах научно-технического, инновационного и инфраструктурного развития, обеспечив их высокую эффективность.

АСММ для Якутии

Росатом, Минвостокразвития РФ и Республика Саха (Якутия) подписали соглашение о реализации проекта безуглеродной атомной генерации. Стороны рассмотрят возможность использования концессионной модели для реализации проекта сооружения атомной станции малой мощности (АСММ) с реакторной установкой РИТМ-200Н в Якутии. Строительство АСММ позволит преодолеть основные инфраструктурные ограничения для запуска перспективных коммерческих проектов на территории

Северо-Якутской арктической зоны и обеспечит стабильность энергоснабжения и цен на электрическую энергию. Электрическая мощность станции составит не менее 55 МВт, срок службы незаменимого оборудования — до 60 лет. Документ предусматривает совместную разработку плана комплексного социально-экономического развития арктических территорий Республики Саха (Якутия): модернизацию энергетической инфраструктуры, обеспечения энергией максимального количества потребителей, совершенствование транспортной и социальной инфраструктуры поселка Усть-Куйга и Усть-Янского улуса (района).

Плавучая АЭС для Баимского ГОК

ФГУП «Атомфлот» (предприятие госкорпорации «Росатом») и ООО «ГДК Баимская» (входит в группу Kaz Minerals) в рамках реализации комплексного плана инвестиционного проекта по освоению Баимской рудной зоны подписали предварительное соглашение о поставке электроэнергии для обеспечения работы Баимского ГОК. В рамках соглашения Росатом обеспечит электроэнергией крупнейший по оценочным запасам меди и золота проект на постсоветском пространстве. «Атомфлот» поставит 4 модернизированных плавучих энергоблока (МПЭБ) с установленной мощностью не менее 106 МВт каждый. Общий объем инвестиций в проект по энергоснабжению составит свыше 150 млрд рублей.

Также в рамках ВЭФ состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между АО «Атомэнергомаш» и ФГУП «Атомфлот». Предмет соглашения — сотрудничество в рамках совместной реализации инфраструктурных проектов в Арктике, в том числе при реализации проекта по энергоснабжению Баимской рудной зоны за счет МПЭБ. Плавучие энергоблоки — это логическое продолжение работы «Атомэнергомаша» на рынке судостроения и одно из самых перспективных новых направлений атомной энергетики.

Двухтопливный ледокол для «Норникеля»

Росатом, ПАО «ГМК «Норильский никель» и АО «Дальневосточный центр судостроения и судоремонта» заключили соглашение о совместном проектировании и строительстве двухтопливного (дизель-СПГ) ледокола. Целью заключения соглашения является решение задач государственной важности: реализация инвестиционных проектов в Арктике, развитие инфраструктуры Северного морского пути, импортозамещение и создание российского производства СПГ-ледоколов. Все это позволит увеличить грузооборот по СМП. Стороны намерены сотрудничать

в организации бесперебойного и экологически безопасного комплексного ледокольного обеспечения судоходства в акватории Северного морского пути.

Производство водорода на Сахалине

Правительство Сахалинской области, Росатом и ПАО «Газпром» подписали соглашение о сотрудничестве в сфере водородной энергетики, которое предусматривает основные шаги для реализации проекта водородно-производственного комплекса на острове Сахалин. Стороны намерены сотрудничать в сфере организации производства водорода методом паровой конверсии метана с технологиями улавливания углекислого газа, поставок природного газа для обеспечения производства нового вида топлива, а также в области организации системы поставок продукции на внешние рынки и потребителям на территории области.

Развитие транспортной инфраструктуры Сахалина

Росатом, Сахалинская область и ВЭБ.РФ будут совместно развивать транспортную инфраструктуру региона. Документ предусматривает комплексную модернизацию и развитие общественного транспорта в Южно-Сахалинске и других городах области. Речь идет, в частности, о внедрении интеллектуальной транспортной системы, экологичных видов общественного транспорта, расширении электрозарядной инфраструктуры. Госкорпорация «Росатом» будет выступать в роли технологического партнера правительства Сахалинской области, ВЭБ.РФ — финансового и методологического партнера.

Кроме того, принято решение о переходе к этапу реализации проекта запуска на Сахалине поездов на водородных топливных элементах. По итогам рассмотрения концепции и результатов комплексной финансовой модели правительство Сахалинской области, Росатом, ОАО «РЖД» и АО «Трансмашхолдинг» подписали протокол о признании проекта организации железнодорожного сообщения с применением поездов на водородных топливных элементах на Сахалине целесообразным и технически осуществимым.

Развитие промышленного туризма

Росатом и Федеральное агентство по туризму заключили соглашение о сотрудничестве. В основе партнерского сотрудничества лежит следующий этап развития промышленного туризма в РФ. Задачей сотрудничества станет формирование единой среды — удобной для туристов, выбирающих частью своего путешествия уникальные промышленные объекты. Туристов должна ожидать продуманная и безопасная экскурсия, образовательный опыт, погружение в особенности бережливого производства. Созданные решения позволят развивать в России уникальное туристическое направление, которое во всем мире пользуется большой популярностью. Пилотными регионами для запуска проекта выбраны Нижегородская, Белгородская, Сахалинская, Челябинская области и Красноярский край.



Алексей Лихачев

Генеральный директор госкорпорации «Росатом»:

Большой Северный морской путь от Мурманска до Владивостока играет важнейшую роль в обеспечении транспортной безопасности, связывает по морю европейскую часть России с Дальним Востоком. Мы заинтересованы в наращивании сотрудничества при реализации этого проекта как с российскими партнерами, так и с зарубежными коллегами.



Кирилл Комаров

Первый заместитель генерального директора — директор блока по развитию и международному бизнесу госкорпорации «Росатом»:

Росатом ориентирован на развитие низкоуглеродных технологий и принимает активное участие в становлении рынка водородной энергетики в России. Применение водорода в таких секторах, как транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство, химическая промышленность, позволит значительно сократить вредные выбросы в атмосферу и перейти на экологически чистые методы производства.



Андрей Никипелов

Генеральный директор АО «Атомэнергомаш»:

Целый ряд преимуществ плавэнергоблоков, таких как высокая маневренность при выдаче мощности, возможность фиксации тарифа на электроэнергию на длительный срок (до 40–60 лет), возможность размещения нескольких энергоблоков на одной площадке и оперативного перемещения ПЭБ в случае изменения спроса, делают этот вид электростанций весьма перспективной продукцией как в России, так и за рубежом.

Ядерный топливный цикл

25

лет назад, в сентябре 1996 года, было создано ОАО «ТВЭЛ» — в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 08.02.1996 № 166 «О совершенствовании управления предприятиями ядерно-топливного цикла». Это дало возможность объединить в единую структуру предприятия ядерного топливного цикла, с тем чтобы в непростых условиях экономики переходного периода создать оптимальную структуру управления, сохранить связи между ведущими производителями ядерного топлива, адаптироваться к новым экономическим условиям и повысить конкурентоспособность продукции при соблюдении абсолютного приоритета — требований безопасности.

В сентябре 2009 года госкорпорацией «Росатом» было принято решение о формировании на базе ОАО «ТВЭЛ» Топливной компании Росатома. Сегодня компания включает предприятия по фабрикации ядерного топлива, конверсии и обогащению урана, производству газовых центрифуг, а также научно-исследовательские и конструкторские организации.

За прошедшие четверть века ТВЭЛ стал компанией мирового уровня, зарекомендовавшей себя как надежный и ответственный партнер для российских и иностранных заказчиков и выросшей в одного из ведущих игроков глобального рынка ядерного топлива.

Основное направление деятельности Топливной компании «ТВЭЛ» — производство ядерного топлива, от конверсии и обогащения урана до изготовления топливных сборок. Но, помимо этого, компания развивает и неядерные бизнесы в металлургии, машино- и приборостроении, химии, энергетике. Подборка материалов к юбилею ТВЭЛ рассказывает о самых важных, интересных и перспективных направлениях работы Топливной компании Росатома, давая представление о широком спектре деятельности компании и ее достижениях, традициях и новациях, высоких технологиях и смелых планах.

1

Распространенное мнение заключается в том, что топливо для АЭС — это уран. На самом деле ядерное топливо, в котором изотопы урана являются одним из элементов, — это сложная высокотехнологичная продукция энергетического машиностроения с высокой добавленной стоимостью. Производство топлива включает несколько промышленных переделов, осуществляемых на предприятиях ТВЭЛ.



2

На топливе, произведенном Топливной компанией Росатома, сегодня работает каждый шестой реактор в мире. В общей сложности АО «ТВЭЛ» обеспечивает потребности в топливе 75 энергетических реакторов в России, странах Европы (Болгария, Венгрия, Словакия, Украина, Финляндия, Чехия и др.) и Азии (Индия, Китай), а также исследовательских реакторов в России и за рубежом. Топливная компания обеспечивает 17% мирового рынка ядерного топлива и более трети мирового рынка услуг по обогащению урана.



3

Атомная энергетика, в отличие от традиционных видов генерации, в которых используются ископаемые источники энергии, не оказывает негативного влияния на процессы глобального изменения климата: использование энергии деления ядра урана не сопровождается эмиссией углекислого газа и позволяет снизить общий объем выбросов парниковых газов. Все АЭС российского дизайна в мире ежегодно предотвращают выбросы 210 млн тонн CO₂-эквивалента, из них на территории России — 107 млн тонн.



4

Газовая центрифуга, обогащающая уран для использования в ядерных реакторах, работает без остановки более 30 лет, ее ротор совершает за это время примерно 14 000 000 000 000 (1,4·10¹³) оборотов. Газоцентрифужная технология — самая эффективная из существующих, ее изобрели в нашей стране. Производят центрифуги и обогащают уран предприятия топливного дивизиона, обеспечивая обогащенным урановым продуктом потребности всех российских АЭС и более чем 40 компаний-заказчиков в 16 странах мира, которым ОУП поставляет АО «Техснабэкспорт».



5

Энергоблоки, построенные даже 30–40 лет назад, сегодня могут работать с максимальной эффективностью. Дело в топливе — эффективность повышается за счет новых решений по улучшению конструкции топливных кассет и стратегии топливного цикла. Каждый подобный инженеринговый проект уникален, а их общая цель — создание не просто качественного и безопасного, но и экономически привлекательного продукта.



6

Предприятия, входящие сегодня в топливный дивизион, свыше 60 лет изготавливают ядерное топливо для отечественных судовых энергоустановок. 7000 реакторолет — общий срок эксплуатации более чем 260 кораблей, подводных и надводных, и судов с ядерными установками, построенных в нашей стране с советского периода.



7

Более 1 млн тонн обедненного гексафторида урана (ОГФУ) накоплено в нашей стране с начала истории атомной промышленности. Это не отходы, как считают многие, а ценное энергетическое сырье, которое предприятия Топливной компании «ТВЭЛ» подвергают переработке для вторичного использования. В мире только четыре страны — Россия, Франция, США и Великобритания — сокращают запасы ОГФУ, осуществляя его конверсию в промышленных масштабах.



Чистая планета



8

В ближайшие десятилетия мировой рынок ядерных технологий ожидает серьезный рост количества объектов, выработавших свой срок. Все они должны пройти важный и сложный этап — вывод из эксплуатации. АО «ТВЭЛ» — отраслевой интегратор Росатома по выводу из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов — обладает большим опытом выполнения таких задач: в портфеле компании 39 реализованных проектов (часть проектов включает вывод более чем одного объекта) на территории России на общую сумму более 15 млрд рублей.

Энергия будущего

9

Мечты человечества о мощном, надежном, безопасном и при этом чистом — не влияющем на климат и не оставляющем отходов — источнике практически неисчерпаемой энергии начинают воплощаться в жизнь: на площадке АО «СХК» (предприятие в контуре ТВЭЛ) в Северске Томской области идет строительство Опытного демонстрационного энергокомплекса, на котором будут отработываться технологии замыкания ядерного топливного цикла.

10

РЕМИКС, МОКС, СНУП — инновационные виды ядерного топлива, над которыми работает ТВЭЛ. Их объединяет применение технологий рецикла топливных материалов. Это уверенные шаги на пути к ядерной энергетике будущего, которая со временем должна стать возобновляемой и практически безотходной.

Рубежи науки

11

Исследовать атмосферу Венеры, искать полезные ископаемые на Земле, лечить людей, разрабатывать квантовые компьютеры и создавать эталоны времени, массы и частоты помогают изотопы различных химических элементов. Продукция с измененным изотопным составом (обогащенная или обедненная), которую производят предприятия, входящие в структуру ТВЭЛ, широко востребована в науке, промышленности, сельском хозяйстве, медицине — не только в России, но и за рубежом.



12

Специалисты ВНИИНМ им. А. А. Бочвара разрабатывают ядерное топливо нового поколения безопасности для водо-водяных реакторов, в настоящее время являющихся основой мировой атомной энергетики. Толерантное топливо, устойчивое к нештатным ситуациям, должно стать новой ступенью в обеспечении системной безопасности и надежности атомных станций.

До начала работы над международным проектом ИТЭР в России не было производства низкотемпературных сверхпроводников, а во всем мире в год выпускали всего несколько сот тонн такой продукции. Теперь на ЧМЗ действует современное производство, где изготавливаются сверхпроводящие провода для глобальных научных проектов и коммерческого использования. Разработку технологий изготовления сверхпроводящих материалов осуществляет ВНИИНМ — безусловный лидер в этой области в России.

13



Диаметр 30 мм, высота — всего 15 мм. Несмотря на такой миниатюрный размер, тритиевый источник питания, созданный специалистами ВНИИНМ, является одной из самых мощных батареек в мире, способных работать в экстремальных условиях полтора десятка лет.

14

Научные проекты, нацеленные на получение прорывных результатов, важных для всего человечества, относятся к классу «мегасайенс». Один из проектов такого класса в России — Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ»), генеральным проектировщиком которого выступает Центральный проектно-технологический институт (АО «ЦПТИ»), входящий в Топливную компанию «ТВЭЛ».

15



16

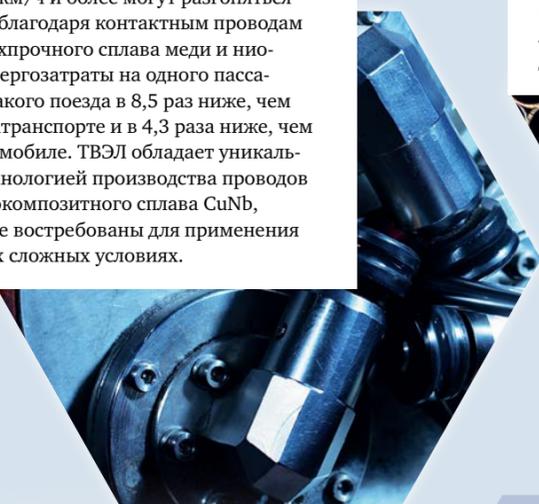
История применения циркония в атомной энергетике началась в нашей стране в 1954 году — с первой в мире АЭС в Обнинске. Сегодня для ядерных реакторов этот металл — ключевой. Из одного циркониевого слитка весом 3,5 тонны на предприятиях Топливной компании «ТВЭЛ» получают более 5 тысяч оболочек твэлов общей длиной 22 километра.



Металлургия

18

До 400 км/ч и более могут разогнаться поезда благодаря контактным проводам из сверхпрочного сплава меди и ниобия. Энергозатраты на одного пассажира такого поезда в 8,5 раз ниже, чем на авиатранспорте и в 4,3 раза ниже, чем на автомобиле. ТВЭЛ обладает уникальной технологией производства проводов из нанокompозитного сплава CuNb, которые востребованы для применения в самых сложных условиях.



19

«Ненайденным элементом» называли гафний, существование которого предсказал Дмитрий Менделеев и который больше 50 лет искали другие химики. Единственное предприятие в нашей стране, которое производит металлический гафний, незаменимый материал для многих высокотехнологичных отраслей, — это входящий в структуру ТВЭЛ Чепецкий механический завод в Глазове.



17

В России только одно предприятие производит бесшовные титановые трубы высокой точности диаметром от 3 мм до 325 мм — Чепецкий механический завод, который выпускает широкую номенклатуру титанового проката для атомной энергетики, химической, нефтегазовой, судостроительной и медицинской отраслей, а также сложнoleгированные сплавы для авиакосмической промышленности.



20

Кальций — один из наиболее распространенных элементов на земле. А вот производителей этого металла, широко востребованного в черной и цветной металлургии, в мире не так уж много. Одним из крупнейших мировых производителей кальция и единственным на сегодняшний день в России и Европе является предприятие, входящее в Топливную компанию, — АО «Чепецкий механический завод».



Зеленый мир

21

Каждый четвертый автомобиль в нашей стране оснащен каталитическим блоком — устройством для очистки выхлопных газов, произведенным ООО «Экоальянс», входящим в структуру ТВЭЛ. Компания, работающая уже 25 лет, обладает собственной научно-исследовательской базой и реализует полный технологический цикл — от разработки до серийного выпуска продукции.



22

Ветрогенератор мощностью всего 1 МВт за два десятка лет работы экономит около 92 тысяч баррелей нефти и 29 тысяч тонн угля, а наиболее востребованные сегодня в мире ВЭУ имеют мощность 2,5 МВт. Ветроэнергетика — относительно новое направление бизнеса Росатома, но уже построены пять ветропарков в Адыгее, в Ставропольском крае и в Ростовской области, в планах — новые объекты на Ставрополье. ТВЭЛ поставляет комплектующие для ветроустановок — постоянные редкоземельные магниты.



23

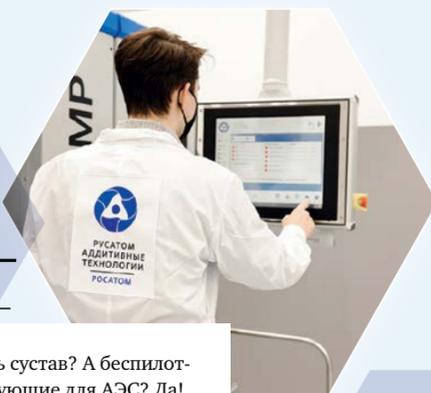
По прогнозам Bloomberg, ежегодный спрос на литийионные батареи в ближайшие 10 лет вырастет в 10 раз и в 2031 году составит более 2 тыс. ГВт·ч. ООО «РЭНЕРА» — отраслевой интегратор Росатома по системам накопления энергии, входит в Топливную компанию «ТВЭЛ» — занимается литийионными аккумуляторными батареями для энергетики, электротехники и электротранспорта.



Индустрия 4.0

24

Можно ли напечатать сустав? А беспилотник? Дом? Комплектующие для АЭС? Да! Аддитивные технологии, позволяющие сделать все это реальностью, — одно из неядерных направлений работы Топливной компании «ТВЭЛ». Предприятия компании производят 3D-принтеры и расходные материалы для них и печатают детали сложных форм для неядерных частей атомных станций.



25

От выноса печати на аутсорсинг до систем искусственного интеллекта на производстве — в ТК «ТВЭЛ» реализуются 53 проекта по цифровизации, в 2021 году планируется завершить 13 из них и еще 19 запустить. Но цифровизация в Топливной компании — не только процесс усовершенствования бизнес-процессов. Некоторые проекты становятся продуктами, которые компания предлагает клиентам из других отраслей.



Главные по топливу

ТВЭЛ — один из ведущих игроков мирового рынка ЯТЦ

Производство ядерного топлива — основное направление деятельности Топливной компании Росатома «ТВЭЛ». Компания производит топливо для всех типов действующих российских энергетических реакторов (ВВЭР, РБМК, ЭГП, БН), исследовательских и судовых реакторов и для реакторов российского дизайна за рубежом, а также топливо и его компоненты для легководных и тяжеловодных реакторов зарубежного дизайна (PWR, BWR, PHWR) и для зарубежных исследовательских реакторов. ТВЭЛ обеспечивает научно-техническое сопровождение своего продукта на весь период эксплуатации и постоянно совершенствует как топливо, так и стратегии управления топливным циклом. Во всем мире растет внимание к вопросам экологии и пониманию необходимости

дальнейшего развития безуглеродной генерации. ТВЭЛ работает над новыми технологическими решениями, отвечающими основным принципам устойчивого развития, которые можно сформулировать так: не наносить урон окружающей среде и жизни человека в настоящий момент и не ухудшать возможности будущих поколений удовлетворять их собственные потребности. Разработка технологий идет по нескольким направлениям, которые позволяют минимизировать воздействие ЯТЦ на окружающую среду: повышение надежности и безопасности топлива, рецикл делящихся материалов из ОЯТ, безопасный вывод объектов атомной отрасли из эксплуатации, сокращение объемов РАО.

От урана до ТВС: как рождается ядерное топливо

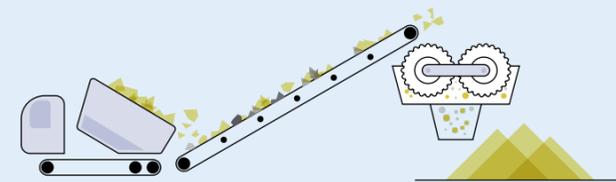
В состав Топливной компании Росатома, осуществляющей полный цикл производства ядерного топлива, входят предприятия по конверсии и обогащению урана, производству газовых центрифуг для разделения

изотопов, производству металлических компонентов ядерного топлива, а также по фабрикации комплектного ядерного топлива.

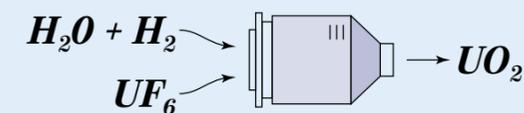
Современные виды топлива. Основные характеристики

ТОПЛИВО ДЛЯ ВВЭР-440 ТВС ПОКОЛЕНИЯ III	ТОПЛИВО ДЛЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1000 ТВС-2М	ТОПЛИВО ДЛЯ РЕАКТОРОВ ВВЭР-1200 ТВС ПОКОЛЕНИЯ III+	ТВСА-12	ТВСА-12PLUS
126 шт. количество твэлов	312 шт. количество твэлов	312 шт. количество твэлов	312 шт. количество твэлов	312 шт. количество твэлов
32,5 кВт/м максимальная мощность твэла	44,8 кВт/м максимальная мощность твэла	42 кВт/м максимальная мощность твэла	44,8 кВт/м максимальная мощность твэла	44,8 кВт/м максимальная мощность твэла
42 МВт-сут/кг U среднее выгорание по выгружаемым ТВС	58 МВт-сут/кг U среднее выгорание по выгружаемым ТВС	60 МВт-сут/кг U среднее выгорание по выгружаемым ТВС	60 МВт-сут/кг U среднее выгорание по выгружаемым ТВС	58 МВт-сут/кг U среднее выгорание по выгружаемым ТВС
42 МВт-сут/кг U максимальное выгорание в ТВС	66 МВт-сут/кг U максимальное выгорание в ТВС	70 МВт-сут/кг U максимальное выгорание в ТВС	68 МВт-сут/кг U максимальное выгорание в ТВС	66 МВт-сут/кг U максимальное выгорание в ТВС
527 кг масса топлива	534,1 кг масса топлива	545 кг масса топлива	527 кг масса топлива	527 кг масса топлива

Этапы производства топлива



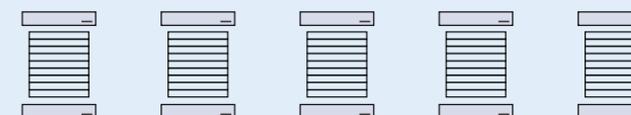
1 Урановую руду добывают предприятия горнорудного дивизиона Росатома. Руда измельчается и растворяется, соли урана переводятся в состояние сухого порошкообразного концентрата, который называется желтый кек. Его отправляют на предприятия Топливной компании.



2 После очистки концентрата полученные оксиды урана путем реакции с фтором превращают в гексафторид урана, который затем отправляют на обогащение.



3 На обогатительном комбинате гексафторид урана в газообразном состоянии подается в газовые центрифуги.



4 Обогащенный уран переводят в форму диоксида урана для производства урановых таблеток.



5 После спекания в печи при температуре около 1800 °С таблетки помещаются в трубки из циркониевого сплава — твэлы (тепловыделяющие элементы), которые затем герметизируют.



6 Твэлы собирают в кассеты — тепловыделяющие сборки (ТВС).

В копилку знаний



Исходное содержание изотопа уран-235, который нужен для поддержания ядерной реакции, в природном сырье всего 0,7%, а для топлива энергетических реакторов атомных станций требуется его содержание до 5%. В газовой центрифуге за счет высокой скорости вращения создается центробежная сила, превышающая силу тяготения в сотни тысяч раз. Это позволяет отделить «тяжелые» молекулы гексафторида урана-238 от более «легких» молекул гексафторида урана-235, обогащая урановый продукт до необходимых значений.

Преимущества российского топлива

- Повышение экономической эффективности АЭС
- Повышение эксплуатационного ресурса топлива
- Увеличение уровня надежности и безопасности
- Создание условий для повышения тепловой мощности энергоблоков
- Обеспечение работоспособности топлива в маневренных режимах эксплуатации
- Предложение заказчикам образцов и решений, прошедших квалификацию в России
- Снижение топливной составляющей в стоимости производства электроэнергии
- Увеличение выработки электроэнергии
- Сокращение количества образующегося отработанного ядерного топлива
- Снижение воздействия на окружающую среду

Повышение эффективности топлива и увеличение топливных циклов способствуют продлению сроков эксплуатации энергоблоков

Сроки эксплуатации энергоблоков продлены:

АЭС «Пакш»
№ 2 до 2034 г. | № 3 до 2036 г.

Армянская АЭС
№ 2 до 2026 г.

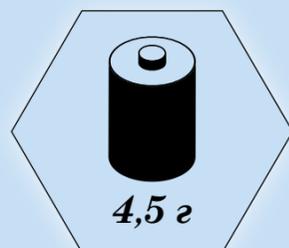
АЭС «Козлодуй»
№ 5 до 2027 г. | № 6 до 2029 г.

В России с 2001 года был продлен срок службы 27 энергоблоков

Чистая энергия: ядерное топливо для зеленого будущего

Последствия глобального потепления — это не только аномальная жара и пожары, но и учащившиеся цунами и наводнения, таяние ледников и повышение температуры мирового океана, разрушение целых экосистем и вынужденная миграция населения многих регионов в перспективе. Чтобы замедлить темпы глобального потепления, человечество должно развивать безуглеродную энергетику, в том числе атомную. Использование ядерного топлива, в отличие от традиционных углеводородных источников энергии, не ведет к выбросам углекислого газа в атмосферу и позволяет сдерживать темпы глобальных климатических изменений.

1 таблетка UO_2



Запас энергии тепловыделения одной топливной таблетки — около 13 500 МДж

Что нужно для получения такого же количество тепла



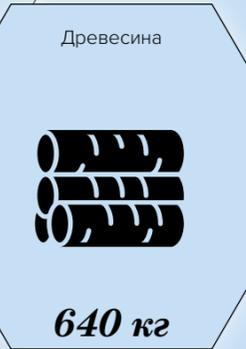
350 кг



400 кг

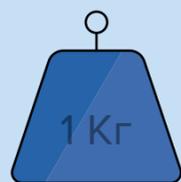


360 м³



640 кг

Какова энергоёмкость ядерного топлива в сравнении с органическим?



1 кг энергетического урана

обогащением 4% при полном расщеплении ядер урана-235 выделяет энергию, эквивалентную сжиганию:

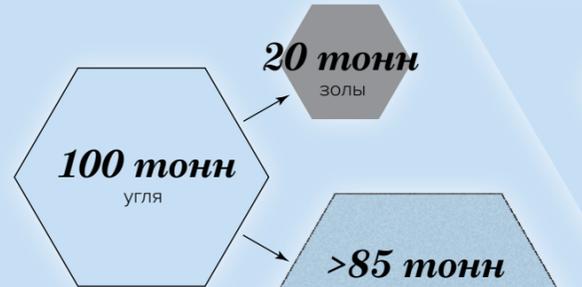


примерно 100 тонн высококачественного угля



или 60 тонн нефти

Образование отходов



На высоких оборотах: газоцентрифужная технология обогащения урана в цифрах и фактах

1 Обогащение урана (по изотопу уран-235) — ключевой технологический процесс в цепочке производства ядерного топлива. Советские инженеры изобрели самую эффективную из существующих технологий обогащения — газоцентрифужную. Сейчас это самая популярная в мире технология обогащения урана, ее используют все основные мировые производители.

2 Предприятия по обогащению урана, а также по проектированию и производству газовых центрифуг входят в состав Топливной компании. Обогащают уран 4 предприятия разделительно-сублиматного комплекса — АО «УЭХК», АО «ПО ЭХЗ», АО «СХК» и АО «АЭХК». Изготовлением центрифуг занимаются Ковровский механический завод (производство центрифуг ведется здесь больше 60 лет) и НПО «Центротех».

3 Центрифуга — сложное устройство, состоящее из сотен деталей, каждая из которых влияет на разделительную способность машины. В конструкции не используются подшипники, ротор вращается на тонкой игле из волоки, закаленной особым способом, а верхний конец подвешен в вакууме и удерживается электромагнитным полем.

4 Обогащенный уран используется для производства российского ядерного топлива и поставляется на мировой рынок зарубежным заказчикам. Поставки произведенной в Топливной компании урановой продукции в зарубежные страны осуществляются АО «Техснабэкспорт» (торговая марка TENEX).

5 Помимо обогащения урана центрифужный метод разделения изотопов позволяет получать продукты с предельной степенью обогащения и высокой химической чистотой. Стабильные изотопы, произведенные в топливном дивизионе, используются для нужд медицины, промышленности, фундаментальной науки.

Кстати

Композитный дивизион Росатома UMATEX разрабатывает и поставляет для применения в центрифугах углеродные волокна, их качество — на уровне лучших зарубежных аналогов. Эффект от импортозамещения только одного типа углеродных волокон в конструкции ГЦ оценивается в несколько млрд руб. на жизненном цикле производства ядерного топлива.

С юбилеем! 25

Сергей Полгородник

Генеральный директор АО «Техснабэкспорт»:

Российская атомная отрасль уже много лет занимает позиции лидирующего мирового поставщика обогащенного урана. Продвигая обогащенный уран на международный рынок, «Техснабэкспорт», как никто другой, знает, каким трудом достигается глобальное лидерство, какие высокие требования к качеству продукции и надежности поставок предъявляют зарубежные заказчики. Все это обеспечивает Топливная компания госкорпорации «Росатом», располагающая солидной производственной базой по конверсии и обогащению урана, передовыми и постоянно совершенствующимися технологиями и, самое главное, уникальным коллективом, который своим самоотверженным трудом обеспечивает высокие результаты. Недаром Топливная компания считается «кузницей кадров» для всей отрасли. Мы высоко ценим профессионализм своих коллег и искренне поздравляем их с юбилеем!

Юрий Свистунов

Заместитель генерального директора UMATEX:

Композитный дивизион Росатома UMATEX поздравляет ТВЭЛ, своего главного отраслевого партнера, с 25-летием. Самые сложные задачи, самые продуктивные совместные инициативы, самые интересные идеи UMATEX связаны с работой именно с Топливной компанией. Желаем новых идей, больших амбиций и глубокого погружения в мир композитов. Синергия работы ученых и инженеров двух дивизионов с целью повышения эффективности продуктов ТВЭЛ и обеспечения международного лидерства Росатома уже показала свою действенность. Желаем успешного продолжения намеченного пути!

Цифры

>1/3 потребляемой в мире обогащенной урановой продукции производится на предприятиях Топливной компании Росатома

в 50 раз меньше электроэнергии требует центрифужная технология по сравнению с газодиффузионной

30–35 лет без остановки работает каждая центрифуга

80 дБ уровень шума в машзале цеха, где одновременно работают сотни тысяч центрифуг. Это сопоставимо с шумом бытового пылесоса

1500 об/с совершает центрифуга — это быстрее, чем скорость вращения двигателя реактивного самолета

в 1957 году в нашей стране был запущен первый в мире газоцентрифужный разделительный завод

Совершенствование в режиме нон-стоп: как научить энергоблоки работать еще эффективнее

ТВЭЛ разрабатывает и производит топливо для всех типов ядерных реакторов российского дизайна, работающих в нашей стране и за рубежом. Ядерное топливо, в отличие от углеводородного, — не сырье, а сложная высокотехнологичная продукция. Атомная энергетика отличается от других типов генерации тем, что, разрабатывая новые модификации топлива и стратегии топливного цикла, можно повышать надежность и экономические показатели работы энергоблоков на протяжении всего срока эксплуатации. Так, за счет использования усовершенствованного топлива реакторы, построенные в 70–90-х годах XX века, сегодня показывают максимальную эффективность. Каждый такой проект уникален с технической точки зрения и учитывает индивидуальные требования и стратегии топливного цикла заказчиков. Вот лишь несколько недавних примеров модернизации топлива для зарубежных АЭС с реакторами ВВЭР.

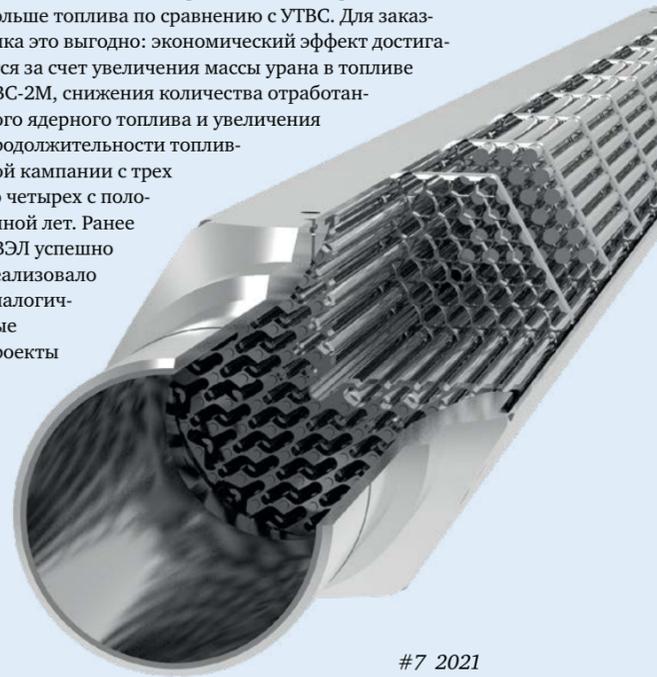
ВВЭР-440: проверено десятилетиями
В конце 2020 года ТВЭЛ завершил проект по разработке и обоснованию новой модификации ядерного топлива для венгерской АЭС «Пакш». По сравнению с кассетами, которые используются сейчас, новое топливо обладает увеличенной ураноемкостью и оптимизированным водно-урановым отношением в активной зоне реактора. Эффективность топливоиспользования вырастет — это позволит улучшить экономические характеристики работы энергоблоков без изменения продолжительности топливного цикла.

Новая модификация топлива с увеличенной ураноемкостью создана и для реакторов ВВЭР-440 финской

АЭС «Ловииса». За счет увеличения массы урана в одном твэле будет снижен уровень обогащения топлива по урану-235 без уменьшения выработки тепловой энергии в реакторе. Более низкий уровень обогащения урана позволит снизить стоимость производственной цепочки создания топлива, а также оптимизировать обращение с облученным топливом.

Сейчас ТВЭЛ работает еще над несколькими проектами новых решений для ВВЭР-440. В стадии реализации находится проект по разработке и внедрению топлива третьего поколения для чешской АЭС «Дукованы», ведутся разработки для словацких АЭС «Моховце» и «Богунце».

ВВЭР-1000: широкое распространение
Продолжается совершенствование топлива для реакторов ВВЭР-1000 — самых распространенных в мире в своей серии. В декабре 2020 года было подписано соглашение о переводе двух действующих энергоблоков АЭС «Куданкулам» в Индии с реакторами ВВЭР-1000 на новое топливо ТВС-2М — с увеличением топливного цикла с 12 до 18 месяцев. По сравнению с топливом УТВС, которое поставляется на «Куданкулам» сейчас, сборки ТВС-2М обладают рядом преимуществ, которые делают их более надежными и экономически эффективными. Во-первых, это жесткость конструкции: благодаря сварному каркасу ТВС в активной зоне сохраняют свою геометрию, расположение дистанционирующих решеток защищает оболочки твэлов от фреттинг-износа, препятствуя их разгерметизации, а дополнительная дистанционирующая решетка делает ТВС более виброустойчивыми. Во-вторых — увеличенная ураноемкость: одна тепловыделяющая сборка ТВС-2М содержит на 7,6% больше топлива по сравнению с УТВС. Для заказчика это выгодно: экономический эффект достигается за счет увеличения массы урана в топливе ТВС-2М, снижения количества отработанного ядерного топлива и увеличения продолжительности топливной кампании с трех до четырех с половиной лет. Ранее ТВЭЛ успешно реализовало аналогичные проекты



Комментарий

Александр Угрюмов

Вице-президент по научно-технической деятельности и качеству АО «ТВЭЛ»:

На базе новой конструкции топливной кассеты с увеличенной ураноемкостью мы разработали два разных решения по стратегии управления топливным циклом ВВЭР-440 для наших заказчиков в Венгрии и Финляндии, учитывающие их индивидуальные требования. Если венгерская АЭС «Пакш» получит экономический эффект за счет сокращения количества топливных кассет, загружаемых в реактор, то на АЭС «Ловииса» решили сохранить количество сборок, но снизить уровень обогащения урана. В обоих случаях реализация проекта сделает работу блоков ВВЭР-440 более эффективной.

Виталий Полянин

Вице-президент АО АСЭ — директор проекта по сооружению Белорусской АЭС:

Дорогие друзья, коллеги! Всего за четверть века вы прошли огромный и героический путь, который сыграл важнейшую роль в развитии отечественной атомной отрасли. В сложных экономических условиях середины 90-х консолидация предприятий ядерно-топливного цикла позволила сохранить потенциал атомной промышленности страны, удержать традиционные рынки сбыта, создать компанию, поставляющую топливо для каждой шестой АЭС планеты. Желаю ТВЭЛ новых побед на традиционных и перспективных рынках, а всем сотрудникам компании — здоровья, счастья, любви, семейного благополучия и, конечно, эффективной работы. До встречи на новых проектах.



по замене топлива УТВС на ТВС-2М с удлинением топливного цикла с 12 до 18 месяцев на АЭС «Гяньвань» в Китае.

ВВЭР-1200: большие перспективы

Принцип постоянного совершенствования топлива является основополагающим в деятельности Топливной компании и будет применяться в том числе и к топливу для энергоблоков с ВВЭР-1200 поколения III+. Первый такой энергоблок уже работает в Белоруссии, строится второй, строительство идет в Турции, Бангладеш, Индии, Китае. Топливо для реакторов ВВЭР-1200 обеспечивает эксплуатацию в гибких топливных циклах различной длительности с возможностью суточного маневрирования, что делает эксплуатацию энергоблоков более экономически эффективной. Срок службы ВВЭР-1200 составляет 60 лет с возможностью продления, это означает, что сегодняшние показатели эффективности работы энергоблоков — лишь отправная точка, и дальнейшее совершенствование технологий на длинной дистанции будет давать атомной энергетике новые конкурентные преимущества.

На суше и на море: чем заправить самый мощный в мире ледокол

Ядерное топливо, которое производит ТВЭЛ, работает не только на суше, но и на воде — компания обеспечивает им атомный ледокольный флот России. Для всех ледокольных энергоустановок топливные сборки производит Машиностроительный завод в Электро-стали Московской области.

Технологические решения, отработанные для судовых энергоустановок ледоколов, стали базой для создания топлива для первой в мире плавучей атомной станции, работающей в чукотском Певеке. Плавучий энергоблок «Академик Ломоносов» ПАТЭС имеет две реакторные установки КЛТ-40С с электрической мощностью 35

Статьи

ТВЭЛ делает топливо для реакторов не только российского, но и западного дизайна — это ТВС-КВАДРАТ, обладающее рядом конкурентных преимуществ: особые конструктивные решения позволяют эксплуатировать ТВС-КВАДРАТ в течение пяти лет, сохраняя его исходную геометрию, и достигать большей глубины выгорания (порядка 70 МВт-сут/кгU) при безусловном обеспечении безопасности и надежности эксплуатации. Опытная партия топлива ТВС-КВАДРАТ уже прошла основную фазу программы опытно-промышленной эксплуатации — полный цикл облучения в реакторе PWR на третьем блоке АЭС «Рингхальс» в Швеции. Промежуточные инспекции подтвердили заявленные технические характеристики конструкции ТВС-К, сейчас проходит завершающий этап послереакторных исследований для подтверждения полной готовности топлива к серийной эксплуатации. К концу 2021 года на НЗКХ планируется запуск первой очереди производственного участка по изготовлению ТВС-К под коммерческие поставки.



в 6 раз

больше, чем у «Арктики», скорость постоянного хода «Лидера» во льдах толщиной 2 м (12 узлов против 2)

50 м

ширина судна, которое сможет пройти по каналу, проложенному во льдах ледоколом «Лидер»

в 1,4 раза

больше топлива понадобится ледоколу «Лидер» по сравнению с ледоколом «Арктика» — самым мощным на сегодняшний день

4 м

ледопробитость «Лидера»

МВт каждая. Ядерное топливо обеспечивает эксплуатацию энергоблоков ПАТЭС без перезагрузки до 4 лет. Прототипом для КЛТ-40С стали реакторы, установленные на атомных ледоколах «Таймыр» и «Вайгач», а также на единственном в мире атомном лихтеровозе-контейнеровозе «Севморпуть». Сейчас ТВЭЛ разрабатывает топливо для первой российской наземной АЭС малой мощности с реакторами РИТМ-200. Такие реакторы используются в универсальных атомных ледоколах (УАЛ) нового проекта 22220, которые будут работать и в глубоких арктических водах, и в устьях сибирских рек. Головной ледокол этого проекта — «Арктика» — работает на СМП с 2020 года, строятся еще четыре ледокола этой серии.

Атомный ледокол «Лидер», суперпредставитель следующего поколения — проекта 10510 (название головного судна проекта — «Россия»), будет иметь две значительно более мощные установки РИТМ-400: если для УАЛ главное это маневренность, для «Лидера» — мощь. Повышенным будет и срок эксплуатации ядерного топлива — 10 лет против 5–6 на действующих сегодня ледоколах. Уникальные характеристики «Лидера» позволят обеспечить круглогодичные проводки крупнотоннажных судов в восточной части СМП.

В начале 2021 года во ВНИИНМ им. А. А. Бочвара была завершена разработка элементной базы для активной зоны реакторной установки атомного ледокола «Лидер». РИТМ-400, в отличие от реакторных установок УАЛ и ПЭБ, будет иметь не кассетную зону с набором шестигранных топливных сборок с цилиндрическими твэлами и дистанционирующими решетками, а каналную зону с набором цилиндрических топливных сборок с самодистанционирующимися твэлами сложного профиля — такое решение признано оптимальным для долгой работы топливных сборок в сложных условиях.

Помимо твэлов ВНИИНМ разрабатывает для «Лидера» стержни выгорающего поглотителя, которые используются для компенсации избыточной реактивности на начальной стадии эксплуатации РУ, и пусковые источники нейтронов, которые обеспечивают контролируемый пуск реактора после длительных стоянок.

Задел на будущее: почему урановые «хвосты» — это не отходы

То, что неспециалисты считают отходами, зачастую оказывается ценным сырьем, которое можно и нужно подвергать рециклингу. В атомной энергетике яркий пример — это обедненный гексафторид урана (ОГФУ), который образуется при производстве обогащенного уранового продукта, необходимого для изготовления ядерного топлива.

Долгое время судьбой ОГФУ, или урановых «хвостов», было хранение. Вероятно, так возникло распространенное мнение, что это — радиоактивные отходы. На самом деле ОГФУ — ценный продукт, запас которого стратегически важен для атомной энергетики. Предприятия ТВЭЛ успешно перерабатывают его для вторичного использования в качестве источника уранового сырья для производства ядерного топлива.

Важны для экономики и другие продукты переработки ОГФУ. Фтор необходим для химической, фармацевтической, электронной промышленности, металлургии и других отраслей, а плавиковая кислота широко применяется в алюминиевой промышленности, при производстве полупроводниковых материалов и др. Кроме того, плавиковую кислоту можно повторно вовлекать в ядерный топливный цикл — как и безводный фтористый водород, другой продукт переработки урановых «хвостов». Обедненный уран также используется для производства материалов радиационной защиты в медицине, контейнеров для транспортировки радиоизотопов, востребован в авиа- и судостроении.

Отечественная газоцентрифужная технология обогащения сделала Россию мировым лидером в переработке ОГФУ. «Вторичный» уран из ОГФУ нарабатывается на четырех предприятиях, входящих в структуру ТВЭЛ, — АО «УЭХК», АО «ПО ЭХЗ», АО «СХК» и АО «АЭХК», причем АЭХК полностью перешел на переработку ОГФУ.

В 2009 году на ЭХЗ была введена в промышленную эксплуатацию созданная по французской технологии установка «W-ЭХЗ» по реконверсии ОГФУ. К маю 2020 года на ней было переработано 100 000 тонн урановых «хвостов». Согласно дорожной карте Росатома для решения задачи полной ликвидации к 2057 году запасов ОГФУ, накопленных на предприятиях Топливной компании, такие установки будут тиражироваться.

С юбилеем! 25

Олег Дарбинян

Главный инженер ФГУП «Атомфлот»:

Несмотря на то, что ТВЭЛ, по меркам атомной отрасли, является молодой компанией, наше сотрудничество с Машиностроительным заводом, входящим сейчас в структуру ТВЭЛ, продолжается уже более 60 лет, с тех самых времен, когда атомный ледокол «Ленин» впервые вышел на трассу Северного морского пути. Столь многолетнее сотрудничество, безусловно, накладывает отпечаток на наши партнерские отношения. Какая бы ситуация не сложилась, мы всегда оперативно, четко и конструктивно решаем поставленные перед нами задачи. От лица генерального директора и коллектива ФГУП «Атомфлот» искренне поздравляю коллег из Топливной компании с юбилеем! ТВЭЛ продолжает быть для «Атомфлота» надежным партнером, с которым мы можем вместе смело смотреть в будущее.

Цифры

в 1,7 раза

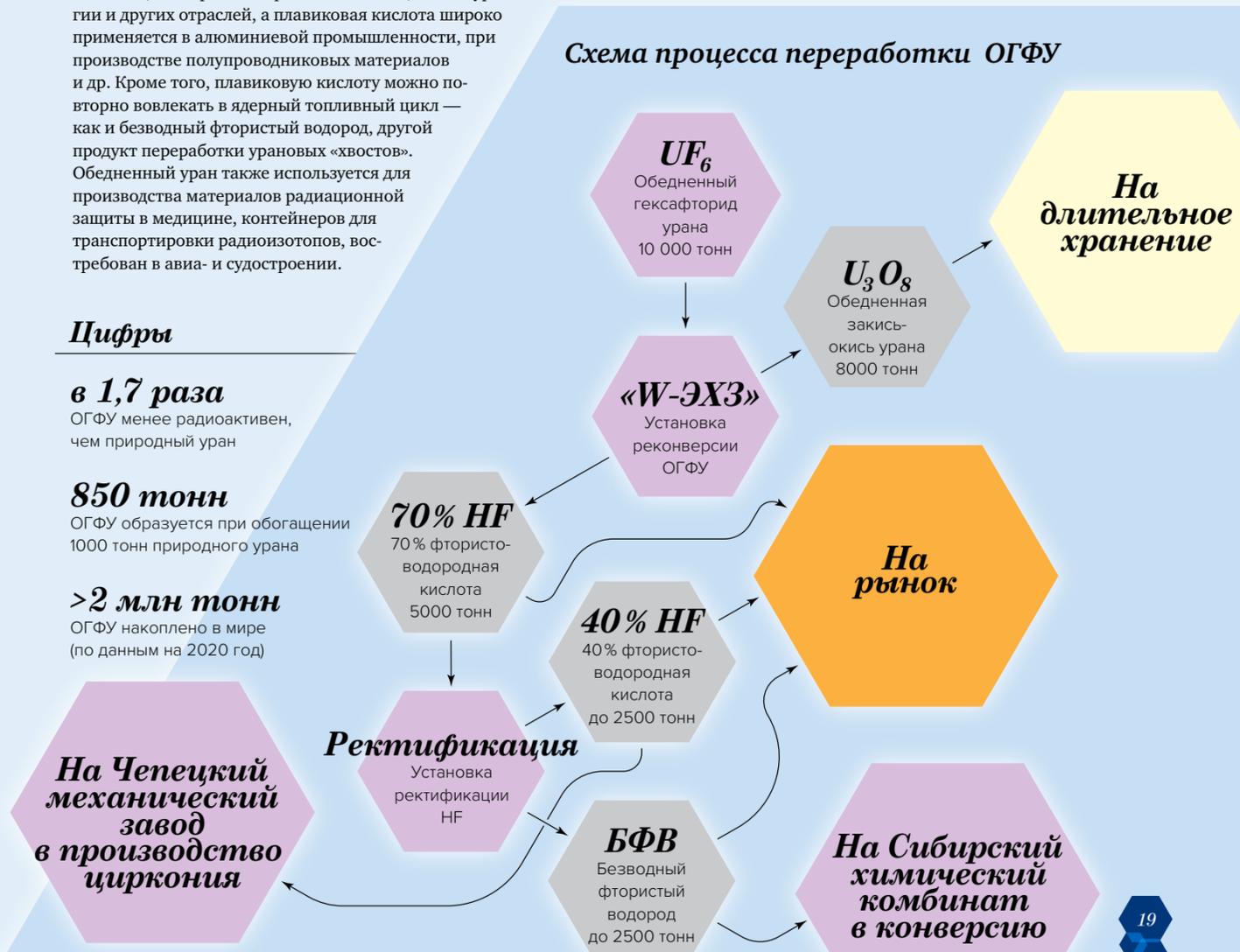
ОГФУ менее радиоактивен, чем природный уран

850 тонн

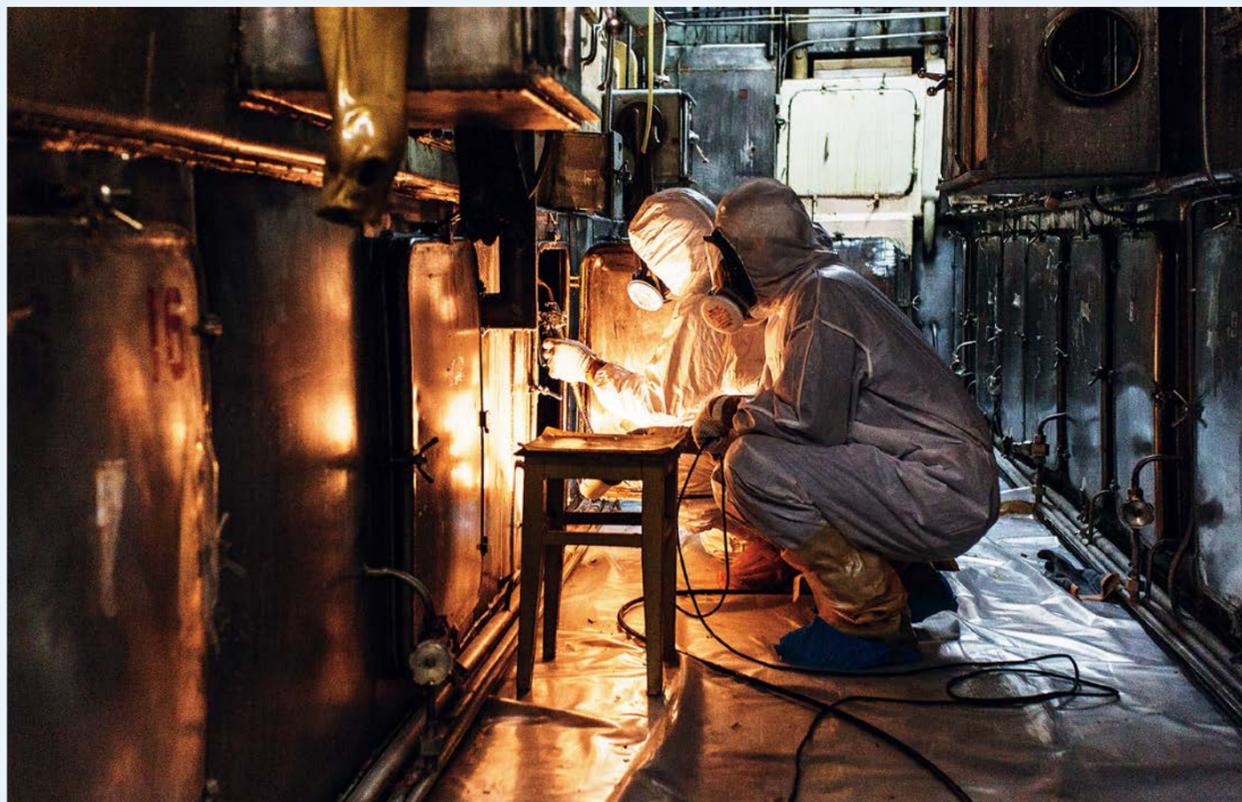
ОГФУ образуется при обогащении 1000 тонн природного урана

>2 млн тонн

ОГФУ накоплено в мире (по данным на 2020 год)



Вывод из эксплуатации исследовательской установки «У-5» АО «ВНИИНМ»



Правильные выводы: от ядерного объекта до «зеленой лужайки»

Перспективы для интегратора

Вывод из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов (ВЭ ЯРОО), отработавших свой нормативный срок, на сегодняшний день — одно из наиболее востребованных и перспективных направлений на мировом рынке ядерных технологий. Росатом, обладающий огромным опытом в решении таких задач и рассматривающий это направление деятельности как одно из приоритетных, в 2019 году наделил АО «ТВЭЛ» функциями отраслевого интегратора по новому направлению «Вывод из эксплуатации ЯРОО и обращению с сопутствующими РАО». На базе предприятий и организаций ТВЭЛ созданы четыре Центра компетенций — в разработке ядерных технологий «бэкэнд» (ВНИИНМ им. А. А. Бочвара), инжиниринге (АО «ЦПТИ»), а также непосредственном исполнении проектов — апробации технологий и реализации конкретных задач (АО «СХК» и АО АЭХК). ТВЭЛ не только решает задачи по выводу из эксплуатации ядерных объектов, но и участвует в подготовке будущих специалистов, которым предстоит работать в этой сфере. Для этого созданы совместные магистерские программы с НИЯУ «МИФИ» и химическим факультетом МГУ им. М. В. Ломоносова.

Программные решения

Для решения задач по накопленному ядерному наследию в 2007 году была утверждена первая Федеральная целевая программа «Ядерная и радиационная

Справка

В 2010 году ТВЭЛ осуществил вывод из эксплуатации ядерной установки Химико-металлургического завода в Красноярске, строительство которого началось в середине XX века. Это был первый пример в истории отечественной атомной отрасли, когда промышленная площадка в итоге была переведена в состояние «зеленой лужайки» — то есть территории, которая подверглась полной рекультивации, снята с надзора и в дальнейшем может использоваться без ограничений.

безопасность» (ФЦП ЯРБ-1) на 2008–2015 годы. В рамках этой программы выполнено 335 мероприятий на сумму более 140 млрд рублей. Из них предприятиями, входящими в Топливную компанию, выполнено 37 мероприятий на семи площадках на общую сумму 10 млрд рублей (57 объектов были выведены из эксплуатации, еще 13 — подготовлены к дальнейшему выводу). Реализация программы правительством РФ признана успешной.

В 2015 году была утверждена ФЦП ЯРБ-2 с объемом финансирования более 596 млрд рублей. В рамках данной программы Топливной компанией реализуется 17 мероприятий на общую сумму в 36 млрд рублей. На этапе формирования ФЦП ЯРБ-2 Топливной компанией было заявлено 44 мероприятия на общую сумму более 130 млрд рублей, из которых часть вошла в Программу, остальные планируется реализовать за счет собственных средств компании. Кроме того, Топливной компанией совместно с госкорпорацией «Росатом» за счет средств отраслевого резервного фонда № 3 («Вывод из эксплуатации и НИОКР») ведутся работы по подготовке и выводу из эксплуатации в рамках масштабных проектов, не вошедших в ФЦП ЯРБ-2 (сублиматное производство АО «АЭХК», производство ТФУ и ОУ АО ЧМЗ, химико-металлургический завод АО «СХК»).

Прочная база

В конце июня текущего года Экономическим советом СНГ АО «ТВЭЛ» было утверждено в качестве

Вадим Сухих

Директор программ по выводу из эксплуатации ЯРОО АО «ТВЭЛ»:

В качестве интегратора по выводу из эксплуатации ядерных объектов АО «ТВЭЛ» консолидирует компетенции и референции отрасли по данному направлению, занимается разработкой новых технологий, включая цифровые и автоматизированные решения. Помимо выстраивания отраслевого взаимодействия, важная роль интегратора заключается в формировании комплексного продуктового предложения для предоставления полного цикла услуг от разработки проекта до реабилитации территории после вывода объекта из эксплуатации.

базовой организации участников Содружества независимых государств по вопросам обращения с ОЯТ, РАО и ВЭ ЯРОО. Это подразумевает, что, помимо непосредственного содействия в реализации проектов и программ вывода из эксплуатации ядерных объектов и реабилитации территорий, включая строительство и эксплуатацию пунктов хранения ядерных материалов, ТВЭЛ будет заниматься систематизацией накопленного опыта и научных знаний, выработкой единых подходов, согласованием нормативной базы, обучением и переподготовкой персонала.

Замыкая цикл: на пути к новой энергетике

Атомные станции — мощный, стабильный и доступный источник чистой электроэнергии. Ядерная энергетика не оказывает негативного влияния на климат, выработка электричества на атомных станциях не зависит от погодных условий, и при этом АЭС занимают значительно меньшую площадь, чем солнечные и ветровые станции сопоставимой мощности. Но для широкомасштабного развития ядерной генерации есть препятствия: ограниченность сырьевой базы и отложенное решение проблемы отработавшего топлива.

Стратегия Росатома по созданию двухкомпонентной атомной энергетики с замыканием ядерного топливного цикла на базе реакторов на быстрых нейтронах поможет решить важнейшие задачи:

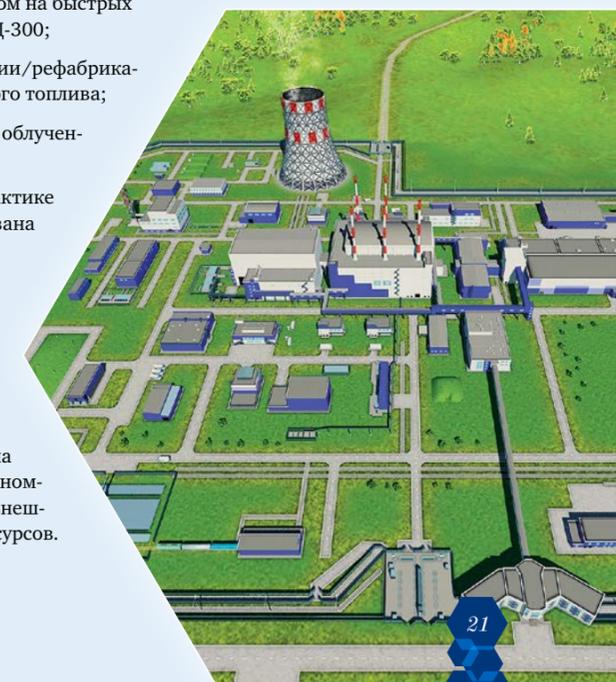
- многократно увеличить сырьевую базу атомной энергетики;
- после переработки повторно использовать отработавшее ядерное топливо;
- вовлечь в топливный цикл накопленные запасы ОГФУ — побочного продукта обогащения урана.

На площадке СХК в Северске Томской области идет строительство важнейшего для всей мировой

ядерной индустрии объекта — Опытного демонстрационного энергокомплекса. В кластер ядерных технологий будущего войдут:

- уникальный атомный энергоблок с инновационным реактором на быстрых нейтронах БРЕСТ-ОД-300;
- модуль по фабрикации/рефабрикации уранплутониевого топлива;
- модуль переработки облученного топлива.

Впервые в мировой практике будет продемонстрирована возможность пристанционного замыкания ядерного топливного цикла: из облученного топлива в процессе рефабрикации будет изготавливаться свежее топливо — таким образом система должна стать практически автономной и независимой от внешних поставок энергоресурсов.





С юбилеем! 25

Вячеслав Першуков

Руководитель проектного направления «Прорыв»:

Четверть века — это небольшой по историческим меркам отрезок времени, но Топливной компанией «ТВЭЛ» за это время пройден огромный путь. Предприятия топливного дивизиона Росатома сегодня вносят весомый вклад в энергетическое и технологическое будущее всей нашей страны. Трудовой коллектив Топливной компании по праву может гордиться своим участием в уникальном проекте «Прорыв», нацеленном на достижение нового качества мировой ядерной энергетики. Именно вам доверена его реализация — строительство ОДЭК на площадке Сибирского химического комбината. Потому что здесь работают прекрасные специалисты, обладающие глубокими знаниями, уникальными компетенциями, воспитанные в лучших традициях атомной отрасли. Искренне желаю вам больших успехов, благополучия, новых профессиональных и трудовых достижений!

Справка

В открытом топливном цикле с реакторами на тепловых нейтронах используется только энергетический потенциал урана-235. В замкнутом топливном цикле можно использовать уран-238, которого в природном сырье более 99% — то есть весь потенциал уранового сырья. Это позволяет многократно увеличить ресурсную базу ядерной энергетики, и только на уже накопленном обедненном уране мировая ядерная энергетика с реакторами на быстрых нейтронах даже при ее масштабном росте сможет работать сотни лет.

Наталья Никипелова

Президент АО «ТВЭЛ»:

Реализация проекта «Прорыв» охватывает создание не только инновационных реакторов, но и нового поколения технологий ядерного топливного цикла. Во-первых, это производство плотного нитридного СНУП-топлива, которое обеспечит эффективную работу быстро реактора со свинцовым теплоносителем и будет полностью состоять из рециклированных ядерных материалов, таких как плутоний и обедненный уран. Во-вторых, это более эффективные и экономически привлекательные радиохимические технологии переработки облученного топлива и обращения с отходами. Именно они в комплексе позволят сделать атомную энергетику будущего фактически возобновляемой и практически безотходной.

Евгений Адамов

Научный руководитель проектного направления «Прорыв»:

Реализация замкнутого ЯТЦ решает проблему сырьевой независимости ядерной энергетики на многие столетия в рамках существующего уранплутониевого цикла. Она возможна в полноте только на базе реакторов на быстрых нейтронах, повышающих безопасность при использовании равновесных активных зон, решающих окончательно проблему ОЯТ. Все существенные проблемы развития ядерной энергетики почти исключительно относятся к компетенциям ТВЭЛ: обоснование нового топлива, оптимального для реакторов на быстрых нейтронах, переработка ОЯТ, радиационно-эквивалентное захоронение РАО. В тех случаях, когда на площадке будет не менее четырех блоков, экономически, а тем более с точки зрения нераспространения ядерных материалов, окажется оптимальным пристанционный ядерный топливный цикл. Объединяя все элементы ЗЯТЦ, ТВЭЛ может вырасти в новую, принципиально отличную от существующих, эксплуатирующую организацию. Проверка готовности произойдет на ОДЭК. В 2022 году должна закончиться стройка на МФР, а с 2023–2024 годов он должен нарабатывать стартовую зону для энергоблока с РУ БРЕСТ. Согласно плану, реактор БРЕСТ-ОД-300 должен начать работу в 2026 году. А к 2024 году предполагается начать сооружение модуля переработки облученного топлива. Более амбициозных задач в отрасли сегодня нет. Желаю ТВЭЛ успехов, чтобы с этими задачами справиться.

Отходы — в доходы: какое топливо замкнет ЯТЦ?

Широкомасштабное развитие атомной энергетики в дальнейшем не будет возможным, если не удастся расширить сырьевую базу и решить проблемы ОЯТ и РАО. Для этого необходимо развивать технологии максимального рецикла топливных материалов. Рассказываем о трех видах инновационного ядерного топлива, которые сделают мир чище.

1. РЕМИКС

Это топливо из неразделенной смеси невыгоревшего урана-235 и плутония, получаемой при переработке ОЯТ (от англ. REMIX — REgenerated MIXture of U, Pu oxides). РЕМИКС практически не будет отличаться от обычного уранового топлива по количеству плутония, который образуется в ходе эксплуатации. Это означает, что заказчикам не надо будет нести затраты на адаптацию энергоблоков к новому топливу, будь то ВВЭР или реактор зарубежного дизайна.

Сейчас завершаются реакторные испытания отдельных твэлов в составе экспериментальных комбинированных сборок на блоке № 3 Балаковской АЭС. В 2020 году стартовал третий 18-месячный цикл их облучения. Топливо для них изготовил ВНИИНМ, твэлы — СХК, на НЗХК собирали ТВС. В текущем году ГХК в кооперации с СХК приступили к изготовлению полномасштабных сборок с РЕМИКС. Следующим шагом должно стать создание опытно-промышленного производства РЕМИКС-топлива для российского реактора типа ВВЭР-1000/1200 — для получения референтного опыта изготовления и эксплуатации. Переход к промышленному производству РЕМИКС возможно осуществить в ближайшие 10 лет.

РЕМИКС-топливо разработано для применения в реакторах на тепловых нейтронах, а если говорить о замыкании топливного цикла, то сделать это без быстрых реакторов не получится. В любом реакторе нарабатываются продукты деления, в том числе высокоактивные долгоживущие минорные актиниды. Именно быстрый спектр нейтронов позволяет трансмутировать минорные актиниды, полностью решая проблему накопления радиоактивных отходов.

2. МОКС

Это топливо (от англ. MOX — Mixed-Oxide fuel) изготавливается с использованием обедненного урана и плутония, сырьем для него выступают оксид плутония, наработанного в энергетических реакторах, и оксид обедненного урана, получаемый путем обесфторивания ОГФУ.

МОКС-топливо было разработано для быстрых реакторов, затем технологию доработали для тепловых — в них с 1980-х годов происходит

промышленное использование МОКС в Японии и странах Евросоюза. Плутония в МОКС многократно больше, чем в РЕМИКС, в активной зоне тепловых реакторов можно использовать от трети до половины МОКС-ТВС, большее количество требует изменений в конструкции энергоблока.

В России на ГХК в Железногорске начата промышленная фабрикация МОКС-топлива для использования в реакторах на быстрых нейтронах. При пуске в 2015 году реактора БН-800 блока № 4 Белоярской АЭС была сформирована гибридная активная зона, частично укомплектованная урановым топливом производства МСЗ, частично — опытными МОКС-ТВС, изготовленными в НИИАР. Первая серийная партия МОКС из 18 ТВС производства ГХК загружена в БН-800 в 2020 году, в 2021-м к ним добавили еще 160 ТВС — активная зона реактора теперь на треть заполнена оксидным топливом. В следующем году планируется перейти на полную загрузку МОКС. Вместе с этим продолжается усовершенствование технологий — на ГХК уже изготовлены и прошли приемку первые партии МОКС-ТВС с применением высокофонового плутония, извлеченного из облученного топлива реакторов ВВЭР.

3. СНУП

Смешанное нитридное уранплутониевое топливо разработано для реакторов на быстрых нейтронах. Делящийся материал (смесь урана и плутония) в нем представлен в форме соединения азота — монокриста.

СНУП-топливо — это уникальная разработка российских атомщиков. Его основное отличие от МОКС в том, что в нитриде больше концентрация атомов урана и плутония, чем в оксиде. Среди других преимуществ — более высокая плотность, большая теплопроводность и совместимость с жидкометаллическим теплоносителем.

В Росатоме уже несколько лет идет масштабная комплексная программа расчетно-экспериментального обоснования СНУП. Есть положительный опыт эксплуатации СНУП как в исследовательском (БОР-60 в НИИАР), так и в опытно-промышленном быстром реакторе — экспериментальные сборки со СНУП-топливом с 2014 года проходят испытания в реакторе БН-600 на Белоярской АЭС, за это время облучено более тысячи твэлов.

Специалисты ВНИИНМ разработали технический проект твэла на базе нитридного топлива и для реактора БРЕСТ-ОД-300. Проект ляжет в основу промышленного производства СНУП-топлива. Для стартовой загрузки реактора БРЕСТ достаточно обоснованного выгорания топлива на уровне 6%, в ходе экспериментов уже достигнут показатель 9%, цель на будущее — 12%.

Рубежи науки

ТВЭЛ развивает научно-технический потенциал

Научные исследования и конструкторские разработки — залог конкурентоспособности как ядерной, так и внеядерной продукции ТВЭЛ на мировом рынке, а внедрение инновационных решений — возможность находиться на передовых рубежах технологического развития. Задачи по укреплению позиций компании на новых рынках также требуют динамичного развития научно-технического потенциала, поэтому научные разработки ведутся по всем

направлениям деятельности компании, от совершенствования конструкций и материалов ядерного топлива и создания новых видов топлива до решения целого ряда прикладных научных задач в области химии, металлургии, систем накопления энергии и других. Кроме того, ТВЭЛ принимает активное участие в крупных проектах, в том числе международных, связанных с исследованиями в области фундаментальной науки.

Стабильность ядерной чистоты: поле деятельности для изотопов

Изотопы, которые производят предприятия Топливной компании, нужны для многих отраслей промышленности, сельского хозяйства, научных исследований, медицины. География поставок изотопной продукции, помимо России, включает Германию, Италию, Францию, Швецию, Израиль, Казахстан, Узбекистан, Китай, Японию, Южную Корею, США, Канаду и ряд других стран.

Экспортные контракты реализуются по линии АО «В/О «Изотоп» — отраслевого оператора госкорпорации «Росатом» по обороту и продвижению изотопной продукции.

ЭХЗ — крупнейший в мире производитель стабильных изотопов газодиффузионным методом разделения. Каскады газовых центрифуг, работающие на ЭХЗ в Зеленогорске, позволяют получать стабильные изотопы аргона, бора, вольфрама, германия, железа, иридия, кадмия, кремния, криптона, ксенона, молибдена, никеля, олова, осмия, свинца, селена, серы, теллура, углерода, цинка с высокой степенью обогащения и высокой химической чистотой в промышленных масштабах (сотни килограммов в год). На ЭХЗ создан полный цикл получения изотопов: от изготовления рабочего газа и разделения изотопов до получения товарной формы, необходимой потребителю.

Цифры

110 изотопов

21 химического элемента производит ЭХЗ

>40%

составляет доля продукции ЭХЗ на мировом рынке обогащенных стабильных изотопов, производимых на газовых центрифугах

>40 лет

на ЭХЗ применяется газодиффузионный метод разделения изотопов

1,5 млрд рублей

впервые превысила выручка от реализации изотопной продукции ЭХЗ в 2020 году, показав рост на 14% за год

свыше 99,998%

уникальная изотопная чистота кремния-28, которую получил ЭХЗ для международного проекта по созданию эталона массы «Килограмм»

>10 лет

ЭХЗ поставляет стабильные изотопы для международных проектов по изучению свойств нейтрино, решив за это время ряд нестандартных задач по производству и логистике. Например, промежуточное хранение продукции организовано в подземном хранилище в специально изготовленном для этого защитном саркофаге, который предохраняет изотопы от космического излучения. Для транспортировки изотопов разработан упаковочный контейнер, который выполняет те же функции, что и подземный саркофаг

>1000 кг

германия-76, по оценкам исследователей, может потребоваться коллаборации LEGEND, изучающей свойства элементарной частицы нейтрино, для следующей стадии эксперимента. Для поиска двойного безнейтринного бета-распада используются детекторы, изготовленные из германия-76 производства ЭХЗ. Коллаборация объединяет более 50 исследовательских организаций со всего мира

углерод-13

изотоп, который используется для производства C-13-карбамида. Этот продукт применяется для изготовления медицинских дыхательных тестов — высокоточного, безболезненного метода диагностики бактерии *Helicobacter pylori*, по совокупности

Комментарий

Юрий Кудрявцев

Старший вице-президент по развитию новых бизнесов АО «ТВЭЛ»:

Изотопная продукция Электрохимического завода широко востребована на мировом рынке. Задача развития этого направления заключается в том, чтобы, используя уникальные компетенции по наработке изотопов высокой чистоты, не только поставлять заказчикам эти уникальные материалы, но и самостоятельно производить из них продукцию более высокого передела. В частности, речь идет о таких проектах, как производство циклотронных мишеней из молибдена-100 для ядерной медицины, дыхательных тестов на основе углерода-13 для медицинской диагностики органов желудочно-кишечного тракта, а также «ядерных батареек» на основе радиоизотопа никель-63.

С юбилеем! 25

Максим Кушнарев

Генеральный директор АО «В/О «Изотоп»:

АО «В/О «Изотоп» более 10 лет успешно сотрудничает с предприятиями АО «ТВЭЛ» по поставкам изотопной продукции на российский и зарубежные рынки. За это время удалось нарастить объем зарубежной выручки по данному направлению более чем в 3 раза, в том числе благодаря компетенциям предприятий АО «ТВЭЛ» по производству уникальной и коммерчески востребованной продукции. Уверены, что производственный и технический потенциал предприятий Топливной компании позволит госкорпорации «Росатом» и дальше так же чутко реагировать на запросы мирового рынка, расширяя линейку нарабатываемой продукции и обеспечивая изменяющиеся потребности российских и зарубежных заказчиков. Желаем стабильно успешной работы, высоких результатов и заслуженного признания!

характеристик превосходящего альтернативные технологии тестирования

молибден-100

один из наиболее востребованных изотопов, используется как в научных исследованиях, так и для производства радиофармпрепаратов. В 2020 году были осуществлены поставки молибдена-100 для новых зарубежных проектов по разработке технологии получения медицинских радиоизотопов на циклотроне. Молибден-100 производства ЭХЗ нужен и для крупного международного проекта по изучению свойств нейтрино — AMoRE. Изотоп используется для выращивания сцинтилляционных кристаллов, необходимых для работы с высокоточными детекторами

Палитра деятельности

Вот лишь небольшая часть примеров того, как используются стабильные изотопы в самых разных областях.

²⁸Ni Изотопы никеля:

- исследование высокопрочных мартенситных сталей;
- изготовление зеркал нейтронного канала ультрахолодных нейтронов в ускорительной технике.

рений-188, который применяется для диагностики и лечения онкозаболеваний.

³⁶Kr Изотопы криптона:

— эталонирование масс-спектрометров;

⁷⁶Os Изотопы осмия:

- создание квантовых генераторов частоты и совершенствование государственного эталона времени и частоты.

— изучение солнечных нейтрино.

⁵²Te Изотопы теллура:

— получение радиоизотопов йода, используемых в медицине.

⁵⁴Xe Изотопы ксенона:

- применение в ЯМР-томографии и визуализации органов человеческого организма;
- продувка оборудования при определении состава атмосферы Венеры с высокой точностью.

⁷⁷Ir Изотопы иридия:

— разработка метода анализа руд цветных и благородных металлов в естественном залегании, основанного на регистрации резонансных нейтронов.

¹⁸Ar Изотопы аргона:

- получение радиоактивного калия-38, используемого в качестве индикатора кровотока.

⁸²Pb Изотопы свинца:

- применение в системах управления и защиты (СУЗ) в реакторах;
- создание изотопных эталонов свинца, используемых при поиске урана;
- определение возраста горных пород.

¹⁶S Изотопы серы:

- лазерная техника;
- изучение свойств лекарственных препаратов.

³⁰Zn Изотопы цинка:

- исследование радиационной стойкости сплавов;
- добавка в водяной теплоноситель ядерных реакторов для предотвращения коррозии конструкционных материалов и снижения дозовой нагрузки на персонал АЭС.

¹⁴Si Изотопы кремния:

- изучение синтеза лекарственных препаратов;
- разработка квантовых компьютеров.

⁷⁴W Изотопы вольфрама:

- исследование материалов методом ядерного гамма-резонанса (ЯГР) в металлургии;
- получение радиоизотопа вольфрам-188, являющегося генератором медицинского радиоизотопа

⁴⁸Cd Изотопы кадмия:

— исследование миграции элементов в почве, растительности и других природных средах методом изотопных индикаторов.

Безопасность нового поколения: толерантное топливо — противоаварийное и выгодное

Безопасность — важнейший приоритет для всех атомщиков, поэтому работа над повышением безопасности и надежности ядерного топлива ведется непрерывно. В мировом тренде сегодня — разработка толерантного топлива, или ATF (от англ. Accident Tolerant Fuel). «Толерантное» здесь означает «имеющее повышенную устойчивость к нештатным ситуациям».

В шаге от идеала

Для оболочек твэлов, защищающих ядерное топливо — таблетки диоксида циркония — применяются циркониевые сплавы. Оболочка не позволяет продуктам деления попадать в теплоноситель (в РУ ВВЭР это вода). Цирконий почти идеальный материал — с хорошей стойкостью к коррозии, высоким температурам, механическим и радиационным воздействиям, он превосходит алюминий и сталь по эффективности при использовании в ядерном реакторе и удобен в обработке. Но у циркония есть один недостаток. При высоких температурах (в случае аварийной потери теплоносителя) возникает парциркумиевая реакция — интенсивное окисление циркония с накоплением в реакторе взрывоопасного водорода, что и произошло на АЭС «Фукусима» в марте 2011 года в силу стечения целого ряда неблагоприятных факторов. Опасность парциркумиевой реакции учитывалась в проектах ВВЭР

и до этого. Однако после «Фукусимы» стало понятно, что следует решить проблему возникновения самой парциркумиевой реакции, а не ее последствий — путем создания устойчивого к подобным нештатным ситуациям топлива, которое и получило название толерантного.

В разных вариантах

Сегодня специалисты ВНИИНМ им. А. А. Бочвара ведут разработку как новых материалов для оболочек, так и новых топливных композиций. Работа идет по нескольким направлениям: нанесение защитного хромового покрытия на оболочки твэлов из традиционного циркониевого сплава, замена материала оболочки на хромоникелевый сплав, а также изменение самой топливной композиции, которая всегда применялась в ядерных реакторах, — замена диоксида урана на металлическое уранмолибденовое топливо. Экспериментальные твэлы для ВВЭР и PWR, которые содержат четыре различных варианта сочетаний материалов оболочки и топливной композиции, уже прошли два цикла реакторных испытаний в реакторе МИР.М1 в ГНЦ «НИИАР» в Димитровграде Ульяновской области. Послереакторные исследования показывают, что облученные твэлы во всех вариантах герметичны, то есть все предложенные решения работают. Сейчас толерантное топливо уже загружено в реактор на Ростовской АЭС.

С юбилеем! 25

Александр Тузов

Директор ГНЦ НИИАР:

С Топливной компанией Росатома «ТВЭЛ» — одним из крупнейших мировых производителей ядерного топлива — нас связывает многолетнее плодотворное сотрудничество. Наш институт обладает уникальным парком исследовательских реакторов и комплексом горячих камер и проводит в интересах ТВЭЛ реакторные и послереакторные исследования новых конструкционных, топливных и поглощающих материалов, включая исследования полномасштабных тепловыделяющих сборок реакторов ВВЭР, важные для практической реализации предлагаемых командой ТВЭЛ инновационных решений по ядерному топливу. Безусловно, такие проекты, как разработка ATF-топлива, имеют особое, ключевое значение для перехода безопасности и надежности атомной энергетики на качественно новый уровень. Желаем Топливной компании и впредь высоко нести звание флага отечественной атомной отрасли, приумножая свои трудовые успехи!

Безопасно и эффективно

Внедрение противоаварийного топлива крайне важно для вывода безопасности и надежности атомных станций на качественно новый уровень. Не секрет, что авария на «Фукусиме» имела огромные негативные последствия для развития всей мировой ядерной индустрии. Можно сказать, что толерантное топливо призвано повысить толерантность общества по отношению к атомной энергетике. Важно, что толерантное топливо может улучшить показатели не только

безопасности, но и экономической эффективности реактора. Новые топливные композиции, которые разрабатывает ТВЭЛ, обладают не только высокой теплопроводностью, но и высокой плотностью, а значит, могут содержать больше урана. Для АЭС это выгодно: такие композиции позволят производителю топлива либо снизить цену продукции (сэкономив на стадии обогащения), либо продлить топливный цикл с 18 до 24 месяцев, а это означает, что АЭС сможет выработать и продать больше электроэнергии.

Сверхспособности и сверхвозможности: где работают сверхпроводники

Электроника, медицина, транспорт, системы накопления энергии, пищевая промышленность, научные исследования — это сферы, где уже применяются или будут применяться сверхпроводники. Без сверхпроводящих материалов невозможно развитие чистой энергетики будущего — термоядерной. Предприятия, входящие в структуру АО «ТВЭЛ», уже сегодня разрабатывают и производят эти материалы завтрашнего дня.

Сверхпроводник — это материал, который при охлаждении до критически низких температур приобретает возможность передавать огромные электрические мощности без сопротивления, то есть практически без потерь энергии. Сверхпроводники необходимы для создания мощнейших магнитных полей, нужных, в частности, для исследований в области термоядерного синтеза. В СССР первые партии сверхпроводников были выпущены для отечественных токамаков в 1970-х годах, но затем производство было прекращено. В России индустрия сверхпроводников отсутствовала до тех пор, пока в 2009 году на Чепецком механическом заводе не было создано современное производство, на котором с 2010-го стали выпускать крупные партии сверхпроводящих материалов для проекта Международного термоядерного экспериментального реактора (ИТЭР). Ежегодные поставки провода составляли 50 тонн — около 20 % мирового производства сверхпроводника. Разработку осуществлял ВНИИНМ им. А. А. Бочвара — безусловный лидер

в России по созданию технологий изготовления сверхпроводящих материалов.

К концу 2014 года ЧМЗ выполнил обязательства по поставкам сверхпроводящих материалов для ИТЭР: около 100 тонн ниобий-оловянных стрендов для проводника тороидального поля и 125 тонн ниобий-титановых для проводника полоидального поля установки.

Сверхпроводники на основе ниобий-олова (Nb₃Sn) после 1000 электромагнитных циклов, которые моделируют рабочие условия магнитной системы реактора, были признаны Организацией ИТЭР лучшими в мире по стабильности эксплуатационных характеристик.

ВНИИНМ разрабатывает сверхпроводники не только для ИТЭР. Институт сотрудничает с ЦЕРН по проектам Большого адронного коллайдера и FCC (Кольцевой коллайдер будущего), а также участвует в проекте NICA — строящегося в Дубне сверхпроводящего коллайдера протонов и тяжелых ионов. Задача этого ускорителя — воссоздание кварк-глюонной плазмы, первой материи, существовавшей в первые доли секунды после Большого взрыва. А ЧМЗ продолжает производство сверхпроводников для проекта FAIR PANDA Европейского исследовательского центра ионов и антипротонов — крупнейшего ускорительного комплекса для исследований в области современной ядерной и субъядерной физики.

Цифры

>2000

чистых элементов и сплавов, обладающих сверхпроводимостью, известно на сегодняшний день

в 10 раз

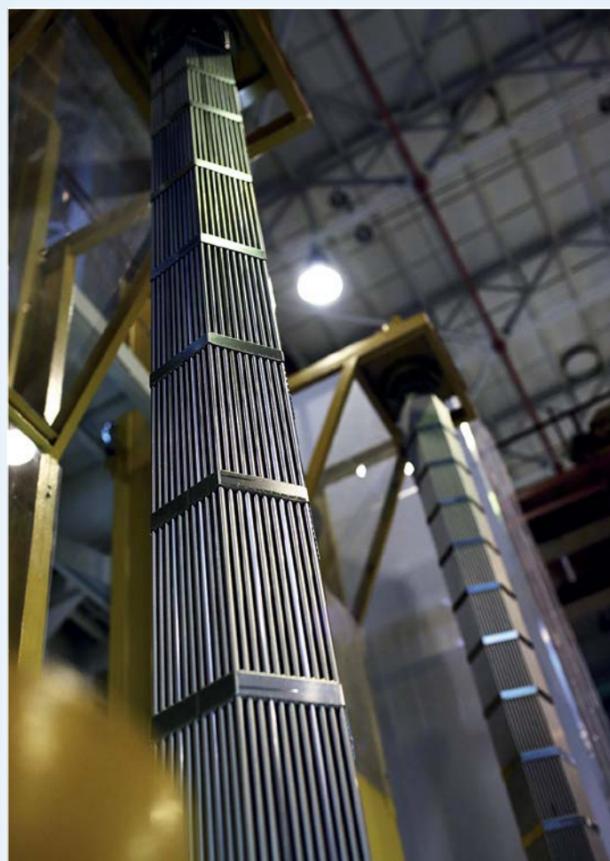
тоньше человеческого волоса сверхпроводящее волокно, из которого на ЧМЗ производили стренды (композиционные сверхпроводники) для ИТЭР. В каждом — более 10000 таких волокон!

220 тонн

стрендов было выпущено на ЧМЗ для международного проекта ИТЭР

56 000 км

сверхпроводников произвел ЧМЗ только для проекта ИТЭР. Этого достаточно, чтобы полтора раза обернуть Земной шар



Под водой и над землей: зачем нужен и как работает тритиевый источник питания



Предприятия Росатома с советских времен разрабатывают источники питания для работы в сложных внешних условиях. Один из свежих ярких примеров — тритиевая батарейка, созданная специалистами ВНИИНМ.

Как это работает?

В 2020 году специалисты ВНИИНМ создали производство источников питания на основе трития — радиоактивного изотопа водорода. С помощью полупроводникового преобразователя энергия трития превращается в электричество.

Тритий в качестве источника излучения был выбран за его особые свойства: он считается очень эффективным, но при этом «мягким» излучателем, не повреждающим полупроводники и окружающие устройства. В итоге такая батарея работает дольше, а после замены полупроводника ее использование можно продолжить.

Для чего это нужно?

Задача тритиевого источника — питание различных микроэлектронных устройств. Срок эксплуатации такой батареи составляет 15–20 лет, причем речь идет о годах работы в экстремальных условиях — под водой, в горах или, например, в космосе.

Как это выглядит?

Батарейка состоит из нескольких частей — пластинки с тритием, полупроводникового слоя, разделительной шайбы, собранных по принципу сэндвича. Количество слоев зависит от того, какая мощность требуется. Все упаковано в прочный герметичный корпус из металлокерамики.

Как это делают?

Подготовленные металлические пластины в виде дисков для источников бета-излучения помещают в аппарат для вакуумного отжига, чтобы удалить газовые примеси. Потом на пластину методом магнетронного напыления наносят покрытие — металлосорбент, который впитает в себя и будет удерживать тритий. После контроля всех параметров заготовки насыщают тритием (для этого его нужно очень мало — микрограммы). Следующий этап — контроль мощности и активности источника бета-излучения. После этого батарею собирают.

Тритиевая батарейка в цифрах

15 мм высота	15 лет срок службы	2 года время, за которое ядерная батарейка была создана специалистами ВНИИНМ
30 мм диаметр	200 нВт мощность	

Для большой науки

ЦКП «СКИФ» будет включать ускорительный комплекс и развитую пользовательскую инфраструктуру. Синхротронов, сравнимых со СКИФом, в России пока не существует, а научные центры с источником СИ такого масштаба не проектировались в стране более 30 лет. Распоряжением правительства ЦПТИ вошел в проект на условиях единственного поставщика. Институт ранее проектировал соразмерные по масштабам и сложности объекты использования атомной энергии и еще на стадии проработки проекта, в 2018–2019 годах, смог предложить заказчику (это Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН) технически сильные и качественные проектные решения.

На новый уровень

Уникальность СКИФа в том, что он будет иметь минимальный объем фазового пучка среди всех

На фото

Генеральный директор АО «ЦПТИ» Михаил Тарасов, директор Института катализа СО РАН, академик Валерий Бухтияров и директор по российским атомным проектам АО «Концерн Титан-2» Владимир Минаев



существующих на данный момент в мире источников синхротронного излучения. Это позволит проводить очень точные эксперименты и получать новые фундаментальные знания о строении вещества на микро- и наноуровнях, быстрее и эффективнее решая задачи в самых разных областях науки. Из каждого поворотного магнита на кольце синхротрона можно вывести синхротронное излучение в отдельный канал и установить экспериментальную станцию, предназначенную для определенного направления исследований. На СКИФе возможно размещение 30 экспериментальных станций, строить которые будут поэтапно — в первой очереди их шесть.

Системный эффект

Технологии, полученные с использованием синхротронного излучения, могут быть применены в авиа-, судостроении, на добывающих и перерабатывающих предприятиях, в микроэлектронной и химической промышленности, энергетике и ВПК — создание установки такого масштаба даст системный эффект для развития многих сфер науки и отраслей промышленности страны. Вот только некоторые направления: создание новых лекарств, энергосберегающих систем транспортировки и использования энергии, композитных и наноматериалов, технологической разведки и добычи полезных ископаемых, систем экологического мониторинга.

Справка

Синхротронное излучение (СИ) — электромагнитное излучение заряженных частиц, движущихся в магнитном поле синхротрона (циклического ускорителя с кольцевой вакуумной камерой) почти со скоростью света. Яркость СИ выше рентгеновского в миллионы раз, это и позволяет изучать глубинные структуры любых органических и неорганических веществ вплоть до атомов. Это инструмент не только фундаментальной науки, но и прикладных исследований в самых разных областях — от энергетики и машиностроения до медицины и археологии.

Новости проекта



В августе 2021 года в рамках форума «Технопром-2021» в Кольцово Новосибирской области дан старт началу строительства центра «СКИФ». В торжественной церемонии на площадке будущего объекта «мегасайенс» приняли участие заместитель председателя правительства РФ Дмитрий Чернышенко, министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков, губернатор Новосибирской области Андрей Травников, первый заместитель председателя Государственной Думы РФ Александр Жуков.

«Сегодня мы вместе с вами даем старт строительству источника синхротронного излучения ЦКП „СКИФ“. По указу президента РФ до конца 2023 года будет создана установка с первой станцией, которая по некоторым своим параметрам будет превосходить существующие мировые аналоги», — объявил на церемонии вице-премьер правительства РФ Дмитрий Чернышенко.

«Проектно-сметная документация, разработанная ЦПТИ, с положительным документом от заказчика, Института катализа СО РАН, проходит согласование в Главгосэкспертизе, а часть строительных работ подготовительного периода начнется в ближайшее время», — отметил генеральный директор АО «ЦПТИ» Михаил Тарасов.

В процессе проектирования ЦПТИ разработал архитектурный облик СКИФа, создал цифровую информационную модель, где в деталях разместил оборудование синхротрона, а также выполнил расчеты на виброустойчивость и термостабильность уникального объекта. Проект разработан с применением технологий информационного моделирования — с использованием среды общих данных на основе отечественной разработки.

Генеральным подрядчиком строительства ЦКП «СКИФ» является «Концерн Титан-2», входящий в структуру Росатома. Завершение работ по строительству ускорительного комплекса ЦКП «СКИФ» запланировано на 2023 год, срок сдачи всего объекта в эксплуатацию — декабрь 2024 года.

Цифры

в 1944 году

синхротронное излучение теоретически предсказали советские физики Дмитрий Иваненко и Исаак Померанчук

30 га

площадь земельного участка для ЦКП «СКИФ»

28

число зданий и сооружений ЦКП «СКИФ», на которые ЦПТИ разработал проектно-сметную документацию, в их числе основные здания ускорительно-накопительного комплекса — здание инжектора, накопителя и экспериментальные станции общей площадью более 76000 м² и строительным объемом около 600000 м³

в 100 000 раз

свет синхротрона ярче солнечного

до 2000

ученых из России и зарубежных стран смогут ежегодно проводить исследования на СКИФе

Расширяя возможности

От металлургии и спецхимии до аддитивных технологий и цифровых продуктов

Помимо традиционных, Росатом активно развивает новые высокотехнологичные направления бизнеса, ориентированные на выпуск инновационной продукции, широко востребованной в России и за рубежом. В поле деятельности Топливной компании «ТВЭЛ» — продукция металлургической и химической промышленности, производство накопителей энергии, аддитивные технологии, цифровые продукты. Научный потенциал, наработанные компетенции, квалифицированные кадры предприятий Топливной

компании позволяют оперативно реагировать на потребности рынка, запуская серийное производство новых материалов и продуктов. За счет создания новых направлений бизнеса и выхода на новые рынки Топливная компания Росатома планирует к 2030 годукратно увеличить выручку от неядерной продукции. Развитие новых направлений создает новые рабочие места и дает новый импульс социально-экономическому развитию регионов расположения предприятий.

На плечах титана: металл высокого полета

>20 тонн

титана может быть в конструкции современного самолета

от 5 до 30%

составляет доля титана в ракетно-космической технике

44,7 узла (~83 км/ч)

рекорд скорости подлодки К-162 проекта 661 «Анчар», созданной в 1969 году с применением титановых сплавов, который не побит до сих пор

>500 тонн

готовой титановой продукции ежегодно позволяют выпускать производственные мощности ЧМЗ

Титан обладает высокой прочностью и коррозионной стойкостью, при этом он значительно легче других металлов. Такие уникальные свойства позволили заменять комплекующие из титана в атомной энергетике. Титановая продукция востребована также при строительстве трубопроводов, для оборудования нефтяных платформ, при сооружении металлоконструкций и изготовлении различных механизмов. ЧМЗ является вторым по величине производителем титановых сплавов в России и обладает полным циклом производства. О том, как в различных отраслях применяется титановая продукция, расскажем более подробно.

Судостроение и кораблестроение

Судостроение — одна из основных отраслей промышленности, испытывающая постоянную потребность в титане. Его применение снижает массу судна, повышает его маневренность, дальность хода, позволяет не бояться больших скоростей. Титан позволяет выдерживать огромное давление и нагрузки — это отличный материал для создания глубоководных аппаратов. В судостроении широко применяются титановые проволока, пруток, трубы различных размеров. Например, уже сейчас горячедеформированные бесшовные трубы увеличенного диаметра производства АО ЧМЗ позволяют полностью удовлетворить потребность отечественного судостроения в трубах длиной до 4000 мм.

Авиация и космос

Титан и его сплавы, благодаря особым физико-механическим свойствам, являются незаменимыми конструкционными материалами. Их используют для изготовления элементов обшивки, каркаса, воздухозаборников, гидравлических систем, деталей шасси,

крепежа и многого другого. Титан и его сплавы могут обеспечить надежную работу узлов под воздействием мощных силовых и температурных полей, излучений и высокого давления, которым подвергаются при эксплуатации элементы в авиационно-космической отрасли.

Комментарий

Андрей Андрианов

Директор бизнес-направления «Металлургия» АО «ТВЭЛ»:

«Титан» — одно из ключевых направлений металлургического бизнеса в структуре госкорпорации «Росатом». По итогам 2020 года выручка Чепецкого механического завода от реализации титана выросла более чем на 30%, освоено изготовление нескольких десятков новых номенклатур титанового проката по российским и зарубежным стандартам. В этом году мы будем продолжать работы над расширением продуктового портфеля и заключением новых контрактов на поставку нашей продукции максимально высокого передела, в том числе и для зарубежного рынка.

Машиностроение

Благодаря своей высокой прочности при небольшом весе, изделия из титана и его сплавов нашли свое применение и в машиностроении. Они используются для производства элементов подвески и выхлопных систем, клапанов, пружин, передаточных валов, болтов и многого другого. Сплавы из титана отличаются хладостойкостью, поэтому очень востребованы для различного оборудования и агрегатов, работающих в условиях Крайнего Севера.

Медицина

Титан, обладающий прочностью и биологической инертностью, давно и успешно применяется в медицине — к примеру, при изготовлении различных имплантов для ортопедической стоматологии и для других направлений медицины, например для производства эндопротезов. Изготавливают из титана и хирургические инструменты. Прутки из многокомпонентного сплава титана — своего рода «полуфабрикат» для продукции медицинского назначения, который АО ЧМЗ стал выпускать в конце 2020 года.

Незаменимый элемент: сверхчистый гафний для высоких технологий

Только одно предприятие в России, Чепецкий механический завод, входящий в структуру Топливной компании, производит металлический гафний — материал, незаменимый во многих высокотехнологичных отраслях, от атомной до космической.

Гафний — элемент достаточно редкий, в земной коре его всего 4 грамма на тонну. Это химический «близнец» циркония, он содержится в циркониевых рудах. Его плотность и устойчивость к коррозии выше, чем у циркония, также гафний превосходит его по термической и радиационной устойчивости. Из-за способности гафния хорошо захватывать тепловые нейтроны цирконий, который используется для изготовления оболочек тепловыделяющих элементов, требует хорошей очистки от него. В цирконии ядерной чистоты содержание гафния не должно превышать 0,01% от массы.

Тем не менее гафний очень важен для атомной отрасли. Способность активно поглощать нейтроны сделала его незаменимым материалом для регулировочных стержней атомных реакторов. Он выполняет роль своего рода барьера для избыточных нейтронов, что позволяет управлять ядерной реакцией. Причем стержни из гафния могут работать в течение всего срока эксплуатации реактора.

ЧМЗ выпускает продукцию как для внутреннего, так и для зарубежного рынков — прутки, проволоку, лигатуры, пластины, порошки, которые востребованы в металлургии, в производстве специальной оптики, микроэлектроники, аппаратов для плазменной резки

и сварки и, конечно, в атомной промышленности. Завод выпускает не только металлический гафний, но и его востребованные соединения: диоксид, борид, нитрид, карбид. В июне нынешнего года ЧМЗ запатентовал новый, отличающийся от мировых аналогов, способ производства горяче- и холоднодеформированных изделий из гафния.

Комментарий

Сергей Чинейкин

Генеральный директор АО ЧМЗ:

Чепецкий механический завод системно пополняет свой портфель заказов новыми видами продукции неядерного назначения. Высокотехнологичные изделия из гафния — важное звено в стратегии развития предприятия. Будучи единственным российским производителем сверхчистого гафния, наш завод совершенствует и разрабатывает новые продукты из данного металла, чтобы обеспечить потребности различных отраслей промышленности в России и за рубежом. Получение патентов демонстрирует не только высокий научно-технологический уровень нашего производства, но и является важным условием для вывода продукции завода на новые рынки.



Главная тема

Лететь стрелой: новый сплав помогает ускорить поезда, добывать нефть и покорять космос



Два металла, медь и ниобий, в сплаве становятся материалом, свойства которого позволяют делать тонкие, диаметром от 0,03 мм, нанокompозитные провода с уникальным сочетанием свойств — высокой прочностью и электропроводностью. Технические характеристики таких проводов способны обеспечить принципиально новые эксплуатационные показатели в самых сложных условиях применения. Технология производства проводов из CuNb (ниобиевой меди) была разработана ВНИИИМ, а делает их ООО «НПП «НАНОЭЛЕКТРО», также входящее в структуру ТВЭЛ.

Ниобий — тугоплавкий материал, очень стойкий к агрессивным средам. По прочности ниобиевая медь не уступает стали, провода из сплава CuNb сохраняют прочность даже после 2660 часов выдержки при температуре 350 °С. При этом уровень электропроводности проводов из сплава как у проводов из чистой меди (лидера по этому параметру среди недорогих металлов): он составляет 70–85% абсолютной электропроводности. Это открывает широкие перспективы для использования высокопрочных высокоэлектропроводных микрокомпозиционных проводов из CuNb в разных отраслях.

Для высокоскоростных железных дорог

Одна из стратегических целей нашего государства по расширению транспортной инфраструктуры — развитие высокоскоростных железнодорожных пассажирских перевозок. Для выполнения этой программы важно использование конструктивных решений

и материалов, способных обеспечить движение поездов на высоких скоростях. Средняя скорость электрички — 60–100 км/ч, обычного поезда — 140 км/ч, и даже высокоскоростной «Сапсан» развивает скорость до 350 км/ч. Контактные провода из нанокompозитного сплава CuNb позволяют обеспечить скорость движения электропоездов более 400 км/ч.

«Строительство и массовый запуск в России высокоскоростных магистралей обеспечит технологический рывок для железнодорожной отрасли и экономический рост агломераций, затронутых реализацией этого проекта. И чем более протяженными будут эти магистрали, тем большего эффекта стоит ожидать. Конечно, наибольший результат мы можем получить, если представители регионов будут выступать с активной позицией в поддержку широкого внедрения ВСМ в России. Также необходимо отметить важность данного проекта для высокотехнологичных отраслей в целом и предприятий Росатома в частности: есть все основания полагать, что подобные масштабные задачи могут способствовать обновлению и развитию экономики и промышленности в России», — отмечает Андрей Андрианов, директор бизнес-направления «Металлургия» АО «ТВЭЛ».

Для точного машиностроения

Электроэрозионные технологии, позволяющие обрабатывать детали сложнейшей формы, малых и больших размеров, из сверхпрочных материалов, обладающих высокой твердостью, применимы

Как это делается

Особенность технологии, которую применяет «НАНОЭЛЕКТРО» и которая обеспечивает продукции высокую прочность, заключается в том, что в медную матрицу внедряются ниобиевые волокна, толщина которых 6–10 нанометров. В проводе, сечение которого составляет 2x3 мм, таких волокон — до 400 млн! Так из ниобиевой меди можно производить провода любого диаметра. Например, у самых тонких, которые используются в роботостроении, космонавтике, микроэлектронике, диаметр составляет 0,03–0,09 мм. При этом такие провода обладают устойчивостью к изгибным напряжениям: количество «гибов с перегибами» на 180 градусов в 10 раз выше, чем у медного провода.

во всех отраслях промышленности, а в современных условиях прогресс некоторых отраслей напрямую связан с активным использованием этих технологий. Сплав CuNb, обладающий высокой термической и механической прочностью, повышает КПД электроэрозионной обработки, позволяя в 2 раза уменьшить расход проволоки и увеличить производительность и точность обработки.

Для нефтегазовой отрасли

Количество объектов с трудноизвлекаемыми запасами нефти увеличивается, добыча на них зачастую сопровождается дополнительными сложностями, например связанными с погодными условиями — резкими перепадами температуры, а также давления. Внедрение современных умных технологий, таких как системы телеметрии для контроля режима откачки нефти из скважины, приводит к дополнительному увеличению нагрузки на кабель для погружного

насоса. Одним из надежных способов решения этих проблем является применение сверхпрочного кабеля на основе сплава CuNb, который способен эффективно работать в невероятно суровых условиях.

Для космонавтики и авиации

Важнейшие характеристики для летательных аппаратов — масса и габариты кабельных систем. Высокопрочные провода из CuNb позволяют в 2–3 раза снизить массу элементов кабелей при достижении лучших механических свойств (в 3–4 раза выше, чем у медных проводов) и сохранении требуемых электротехнических характеристик. А благодаря способности проводов из ниобиевой меди выдерживать знакопеременные температуры в интервале от –120 °С до +1050 °С их применяют для изготовления монтажного радиационно стойкого провода для ракетных двигателей.

Помощник для металлургов: Как применение кальция улучшает качество металлов

Кальциевое производство было организовано на ЧМЗ в 1949 году для обеспечения потребностей отечественной урановой промышленности, которая исторически ориентировалась на восстановление урана кальцием. В дальнейшем продукт нашел самое широкое применение в черной и цветной металлургии.

Сегодня ЧМЗ, входящий в Топливную компанию, является одним из крупнейших производителей кальция в мире и единственным — в России и Европе. Завод изготавливает металлический кальций в виде слитков, кусков, стружки, крупки и гранул, кальциевой инъекционной проволоки. Кальциевая продукция ЧМЗ востребована в России и экспортируется за рубеж. Всего на российском и зарубежном рынке представлено более 20 видов кальциевой продукции производства ЧМЗ — такой широкой номенклатурой не обладает ни одно другое предприятие.

Применение металлического кальция:

- восстановитель из окислов или других химических соединений различных цветных, редких и тугоплавких металлов;
- легирующий элемент при производстве сплавов цветных металлов;
- раскислитель, связывающий одновременно углерод, серу, фосфор, азот при производстве высококачественных сталей и сплавов цветных металлов;
- разделитель аргона и азота при производстве этих газов;
- очиститель нефти и газа в нефтегазовой промышленности;
- наполнитель для инъекционных проволок.

Комментарий

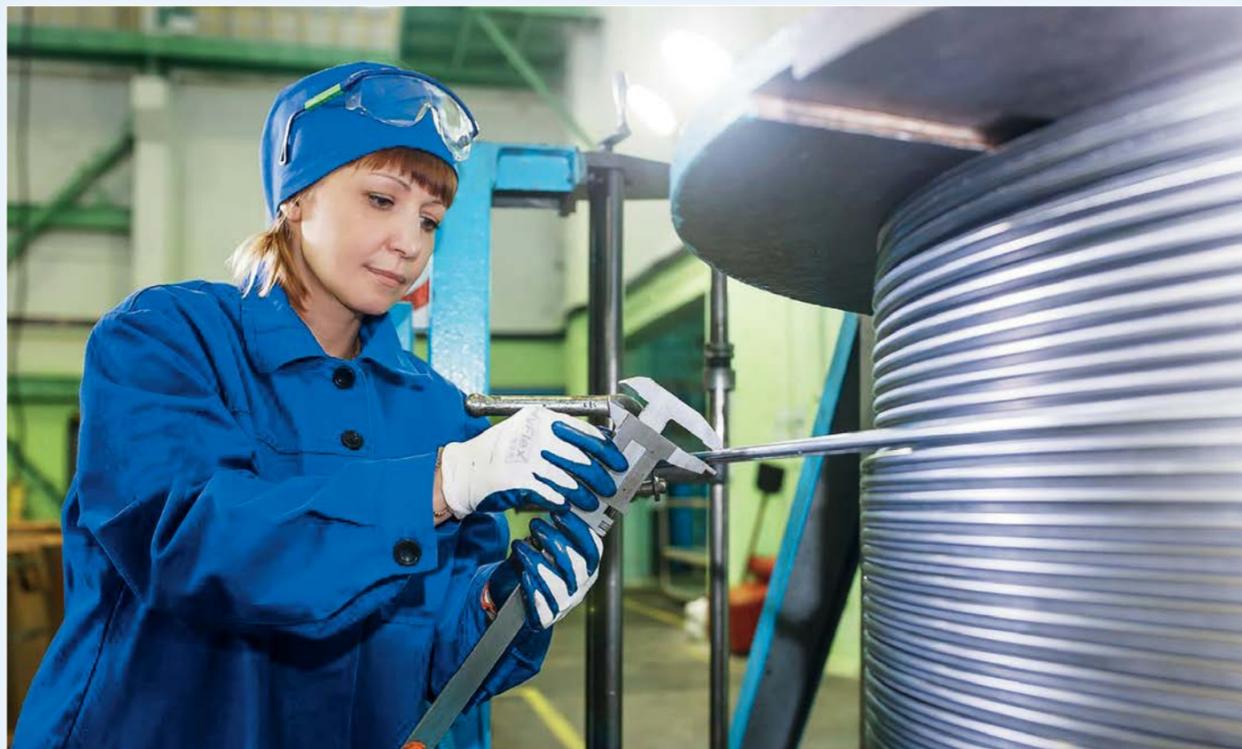
Андрей Андрианов

Директор бизнес-направления «Металлургия» АО «ТВЭЛ»:

Кальций является крайне важным продуктом для металлургической промышленности. По итогам 2020 года удалось увеличить объем выручки на 11% от плановых показателей, поставить на производство и вывести на рынок новые виды продукции для черной металлургии. В ходе работ с металлургическими предприятиями был определен высокий уровень эффективности электролитического кальция в сравнении с конкурентным продуктом китайского производства по алюмотермической технологии. Ввиду увеличения спроса на высококачественную кальциевую продукцию ЧМЗ разработана стратегия по глобальной модернизации и увеличению мощностей кальциевого производства, которая в будущем не только позволит обеспечить электролитическим кальцием большинство российских потребителей, но и усилит позиции Росатома на международном металлургическом рынке.

Кальций в черной металлургии

Обработка сталей массового производства инъекционными кальцийсодержащими проволоками получила широкое распространение во всем мире. Присадка нескольких десятков граммов кальция



на тонну обрабатываемой стали дает возможность гибко управлять химическим и фазовым составами неметаллических включений в расплаве стали, что позволяет существенно улучшить разливаемость стали, повысить выход годной непрерывно литой заготовки, снизить отсортировку проката по поверхностным и внутренним дефектам, улучшить коррозионные свойства стали и пр. При минимальной доле кальция в себестоимости производства стали и колоссальном экономическом эффекте, который достигается при обеспечении оптимальных условий обработки, эта технология является ярким примером ведущей роли металлургической науки в обеспечении экономической конкуренции предприятий черной металлургии.

Кальций в цветной металлургии

В металлургии редких металлов к химическому составу восстановителя предъявляются высокие требования по содержанию примесей, склонных к переходу в целевой металл. Из металлов-восстановителей наиболее активным является электролитический кальций, который используется в металлургии циркония, гафния, ванадия, ниобия, тория, урана, плутония. Литые гранулы металлического кальция, полученные из расплава, имеют наиболее представительный химический состав при анализе и применяются в металлургии чистых металлов (99,9%).

Чисто ехать: каталитические системы очистки

Один из интересных примеров неядерного бизнеса ТВЭЛ — производство автомобильных катализаторов, устройств для очистки выхлопных газов. Их задача — ускорить химическую реакцию, при которой токсичные оксиды азота, углеводороды и угарный газ преобразуются в безопасную воду, углекислый газ и азот, то есть естественные компоненты атмосферы. Предприятие «Экоальянс», входящее в структуру Топливной компании, делает катализаторы для автотранспорта и спецтехники (легковых автомобилей, мотоциклов, экскаваторов, грузовиков, автомотрис, маневровых тепловозов) уже больше двух десятков лет.

Факт 1: про экостандарты

Катализаторы, которые выпускает ТВЭЛ, применяются для автомобилей, использующих бензин, дизель и газ с двигателями, соответствующими международным экологическим стандартам Евро 5, Евро 5+ и самому «зеленому» на сегодняшний день — Евро 6.

Факт 2: про авто для первых лиц государства

Если увидите на дороге представительский автомобиль AURUS, созданный по проекту «Кортеж» для перевозки и сопровождения первых лиц государства,

Комментарий

Тарас Пекарский

Генеральный директор
ООО «Экоальянс»:

Большой опыт нашего предприятия в проектировании систем нейтрализации отработавших газов для автомобильной отрасли позволил применить компетенции в авиастроении. Наша цель на этом рынке — оснащение большинства отечественных самолетов гражданской авиации озоновыми конвертерами с каталитическими блоками производства «Экоальянс».

разработали методику таких испытаний — сравнительных для нескольких образцов. Особенность методики в том, что можно контролировать эффективность каждого образца в разных режимах работы двигателя. Благодаря этому продолжительность испытаний сокращается в несколько раз.

Факт 4: про историю

Каталитические системы в Новоуральске создавали еще с 1968 года, изначально это была продукция не для автопрома, а для космоса. Системы нейтрализации вредных выбросов для автомобилей там стали разрабатывать в 1989 году, а Завод автомобильных катализаторов (первый в России, нынешнее ООО «Экоальянс») был построен в 1994-м.

Факт 5: про самолеты

В прошлом году компания «Экоальянс» создала каталитическую систему для очистки воздуха в авиасалонах. Речь идет о самолетах MC-21 и Sukhoi SSJ100. На высоте 10 тысяч метров концентрация озона может достигать величин, опасных для человека, поэтому перед подачей в салон воздух проходит через катализатор, превращающий озон в безопасный кислород. Разработка «Экоальянса» отличается меньшим весом, чем у аналогичных изделий других производителей, и более высокими характеристиками прочности.

знайте, что на нем установлен катализатор, разработанный и выпущенный ТВЭЛ. Катализаторы производства ТВЭЛ устанавливаются на автомобилях, которые выпускают на территории нашей страны АвтоВАЗ, ГАЗ, КамАЗ, Kia, SOLLERS и другие.

Факт 3: про испытания

Самый дорогостоящий и длительный этап разработки автомобильного катализатора — его ресурсное испытание в составе двигателя внутреннего сгорания. В 2019 году специалисты ООО «Экоальянс»

На фото

Гендиректор УЭК Александр Белоусов (слева) и начальник лаборатории катализа «Экоальянса» Сергей Денисов при запуске в промышленную эксплуатацию в 2017 году стенда динамометрических испытаний легковых автомобилей



Копить больше, тратить дольше: системы накопления энергии

По сравнению со свинцово-кислотными аккумуляторными батареями литийионные системы позволяют в несколько раз быстрее накапливать и отдавать энергию, количество их циклов работы в три раза больше, они компактны и не требуют обслуживания.

Создателям литийионных батарей в 2019 году была присуждена Нобелевская премия. Забота об окружающей среде — значимый фактор распространения литийионных систем. Во-первых, такие батареи не имеют в своем составе вредных кислот, их можно использовать вторично и перерабатывать. Во-вторых, являясь базой для становления производства электромобилей и для возобновляемой энергетики, литийионные аккумуляторы становятся драйвером промышленности в новой экологической парадигме.

Накопители энергии используют в двух ключевых сегментах: в экологичном транспорте — электрокарах и электробусах — и в электроэнергетике. Во втором случае накопители могут выступать резервными источниками электроэнергии — они помогают сделать электроснабжение бесперебойным (например, это актуально для ЦОД) и/или применяются для покрытия пиков потребления электроэнергии, что актуально для гибридных систем, в составе которых есть ВИЭ (СЭС, ВЭС),

ДЭС или ГПУ и т. д. Сравнительно новая сфера применения накопителей — системы коммерческой диспетчеризации.

Отраслевым интегратором в области систем накопления энергии является ООО «РЭНЕРА». У компании есть сборочное производство накопителей в НПО «Центротех» и производство катодных материалов на Новосибирском заводе химконцентратов. В 2020 году на площадке Московского завода полиметаллов было открыто опытно-промышленное производство накопителей энергии, где проводят НИОКР, изготавливают опытные образцы для логистической спецтехники, электробусов, источников бесперебойного питания.

В начале 2021 года РЭНЕРА купила 49% акций Epertech International — южнокорейского производителя электродов, литийионных аккумуляторных ячеек и систем накопления энергии. Завод по производству литийионных ячеек и систем накопления энергии — «российская гигафабрика» — заработает на площадке Балтийской АЭС уже в 2026 году. Полная производственная мощность завода составит не менее 3 ГВт·ч в год. Компания нацелена не только занять 40% российского рынка накопителей энергии, но и выйти со своей продукцией на внешние рынки.

мощностью («Атомэнергосбыт»), центров обработки данных. UMATEX строит судостроительную верфь, где будут сооружаться суда из композитных материалов. Компания предложила просчитать возможность включения в проект наших электрических батарей.

Недавно мы представили новую продуктовую линейку: тяговую батарею для тяжелых грузовиков с возможностью сверхбыстрой зарядки, а также накопитель для платформы легкового электромобиля.

В этом году было подписано соглашение с «КАМАЗом» и «Россетями» о разработке решения по электротранспорту, зарядной инфраструктуре и их сервисному обслуживанию. Главная идея проекта — сделать электротранспорт более доступным, городу не нужно инвестировать в электротехнику и ее инфраструктуру, можно платить сразу

за так называемый «зеленый километр», стоимость которого рассчитывается из пробега электротранспорта и затрат на его обслуживание на протяжении всего жизненного цикла. В сентябре мы запускаем пилотный проект «зеленый километр» в Белгороде, а в следующем году хотим опробовать там уже несколько десятков электробусов.

Сейчас ведем переговоры и готовимся подписать соглашения о поставках нашей продукции с компаниями «КАМАЗ», «ГАЗ», «ПК Транспортные системы», «Транс-Альфа», которые у себя в линейке имеют электробусы, электромотоциклы коммерческого или личного пользования. Изначально мы смотрели на зарубежный рынок как на приоритетный, но при глубоком анализе оказалось, что потенциальный рынок сбыта в России даже превышает наши планируемые объемы. Конечно, мы будем работать и с иностранными заказчиками.

Крутится-вертится: магниты для зеленых технологий

С развитием новых, в том числе зеленых, технологий в мире растет применение материалов, в которых используются редкие и редкоземельные металлы. А в доле потребления таких металлов одно из первых мест устойчиво занимают постоянные магниты.

Основные отрасли, в которых нужны постоянные редкоземельные магниты, — ветроэнергетика, автомобильная промышленность, электроника, наномедицина и другие инновационные и высокотехнологичные секторы экономики. Потребителями постоянных редкоземельных магнитов являются предприятия, представляющие стратегически значимые отрасли отечественной промышленности, тем не менее в России пока нет заводов полного цикла по производству этих продуктов. Основные игроки рынка — это компании-посредники, поставляющие в подавляющем большинстве продукцию китайского производства.

У бизнес-направления «Металлургия» АО «ТВЭЛ» в стадии формирования находится проект создания в контуре Топливной компании крупнотоннажного производства полного цикла постоянных редкоземельных магнитов.

В настоящее время ТВЭЛ поставляет постоянные редкоземельные магниты системы неодим-железо-бор марки N42H для ветроэнергетических установок отечественного производства мощностью 2,5 МВт. В рамках контракта на поставку крупной партии постоянных магнитов Топливная компания также выполняет требования по локализации производства постоянных магнитов на территории РФ.

Дальнейшее развитие предполагает создание в контуре Топливной компании единственного в России

Цифры

8 316 магнитов в комплекте, который устанавливается в один генератор ВЭУ

400 граммов вес одного магнита

~3,3 тонны магнитов устанавливается в один генератор ВЭУ

крупнотоннажного производства полного цикла (с использованием российского сырья) постоянных редкоземельных магнитов систем неодим-железо-бор и самарий-кобальт: к 2025 году — до 500 тонн в год, к 2030 году — до 1000 тонн в год с возможностью увеличения до 3000 тонн.

Заложенная возможность увеличения объема выпуска связана с развитием применения постоянных редкоземельных магнитов в отечественной промышленности:

- во-первых, это увеличение ветрогенерирующих мощностей и повышение мощности устанавливаемых в российских ветропарках ВЭУ до 4,5 МВт и выше;
- во-вторых, в рамках программы Минэкономразвития намечен выпуск до 217 тысяч отечественных электромобилей к 2030 году (среднее количество постоянных магнитов в двигателе электромобиля составляет 10–15 кг).

Аддитивные технологии: быть в тренде

Аддитивные технологии во всем мире развиваются стремительными темпами и находят применение в большинстве ключевых отраслей. Росатом следует тренду: предприятия топливного дивизиона производят 3D-принтеры и расходные материалы для них и уже печатают детали сложных форм — пока для использования за пределами ядерного острова АЭС.

Печать изделий: ничего лишнего

Как происходит традиционное изготовление какого-либо изделия? Берется материал и убирается все лишнее: чем сложнее форма — тем труднее работа. Совсем иначе с аддитивным производством: в этом случае конечный продукт создается из материала путем «наращивания», послойно. Так можно изготавливать самые разные изделия, в том числе сложнейших форм, из металла, композитов, керамики, проволоки и даже из биоматериалов. При этом производство ускоряется, упрощается и становится дешевле

— не нужны разные станки и комплектующие, экономится сырье, сокращается количество отходов.

Неудивительно, что рынок аддитивных технологий сегодня — один из самых перспективных и быстрорастущих. Мир успешно учится печатать с помощью 3D-принтеров самые разные изделия — от беспилотников до искусственного сердца. Росатом, например, отработывает технологии печати для объектов отрасли, в частности для атомных электростанций, а также выпускает опытные детали для авиа- и двигателестроения — некоторое время назад на 3D-принтере была напечатана малогабаритная газотурбинная установка.

Производство принтеров: движение вперед

Разрабатывать 3D-принтеры Росатом начал в 2014 году — это была однолазерная машина, печатающая

Комментарий

Эмин Аскеров

Генеральный директор РЭНЕРА:

Мы проанализировали больше 40 отраслевых площадок для создания нового завода. Изначально планировали небольшую мощность — 160 МВт·ч, которая приносила бы выручку около 30 млн долларов. Когда правительство объявило о планах повысить долю электромобилей до 10% к 2030 году, было решено увеличить мощность до 3 ГВт·ч. Обсуждаются также перспективы повышения мощности в три-четыре раза, чтобы покрывать до 80% спроса в России.

В атомной отрасли накопители нужны преимущественно для переоснащения внутризаводского транспорта. Также прорабатываем вопрос об использовании накопителей для погрузочно-доставочных машин Argo («АРМЗ Горные машины»), проекта по управлению

металлические изделия методом селективного лазерного плавления (SLM). НИОКР осуществляла компания «Русатом — Аддитивные технологии» («РусАТ»), изготовлением расходников занималось НПО «Центротех» (обе компании входят в структуру ТВЭЛ) и другие предприятия, разработку ПО вели в РФЯЦ-ВНИИЭФ. Уже в 2017 году появился первый в России двух-порошковый двухлазерный 3D-принтер. Сегодня ТВЭЛ разрабатывает двухлазерные 3D-принтеры линейки RusMelt на основе технологий SLM — с рабочими зонами 300x300 и 600x600 мм. Машинокомплекты изготавливает НПО «Центротех», окончательная сборка и наладка происходит в ООО «РусАТ».

Создание ЦАТов: только отечественное

В декабре 2020 года «РусАТ» открыл первый Центр аддитивных технологий на площадке Московского завода полиметаллов. Это первое в России промышленное 3D-производство на отечественном оборудовании по отечественным технологиям. Особенность ЦАТа в том, что участки сборки 3D-принтеров, печати, последующей обработки изделий и лаборатория по их исследованию и тестированию совмещены. Задача Центра — в отработке аддитивных технологий, которые могут быть полезными для промышленных предприятий.

«Росатом пошел по пути создания полной линейки оборудования и услуг в области аддитивных технологий, являясь одновременно и производителем, и заказчиком, и потребителем. В этом центре представлен антидебризный фильтр для сборки с ядерным топливом, полностью напечатанный на 3D-принтере. Для этого потребовалось меньше материалов, чем на традиционном производстве, а сам он имеет такой дизайн, который было бы невозможно воспроизвести

Развитию аддитивного направления уделяется большое внимание на федеральном уровне. В целях развития в России технологий новых материалов и веществ в 2019 году было заключено Соглашение о намерениях между правительством РФ и Росатомом. Для его реализации была разработана и подписана дорожная карта, определившая трехмерную печать в качестве приоритетного направления. ООО «РусАТ» как интегратор обеспечивает реализацию соглашения с правительством РФ, формирует предложения в дорожную карту и реализует ее.

другими методами. Внедряя аддитивные технологии на своем производстве, мы показываем пример другим отраслям. Сейчас мы, по сути, создаем в России новую индустрию со своими центрами, компетенциями, кадрами и опорными вузами», — подчеркнула президент АО «ТВЭЛ» Наталья Никипелова во время открытия Центра аддитивных технологий в Москве.

ЦАТ в Москве — первый, но не будет единственным. Следующий откроется в Новоуральске на базе НПО «Центротех», где, кстати, работает установка по производству металлических порошков для 3D-печати. Там планируется НИОКР по отработке технологии изготовления серийной продукции для атомной отрасли — в частности изделий для производства автокатализаторов и изделий для реализации программы по водородной энергетике. ЦАТы также планируется открыть в Петербурге, Новосибирске, Казани, Перми, Томске, Ростове-на-Дону и других городах.



«Цифра» встала на поток: многоаспектная стратегия цифровизации ТВЭЛ

Как улучшить внутренние бизнес-процессы

1 В 2017 году в Топливной компании стартовала новая программа «Цифровая экономика». Параллельно ТВЭЛ разрабатывает свою Стратегию цифровизации до 2024 года. Ключевой особенностью можно назвать распределение более 120 проектов по трем направлениям:

- бизнес-приложения для корпоративных процессов: управление ресурсами, документооборот, финансовые системы;
- промышленная автоматизация: системы управления инженерными данными, качеством, внедрение лабораторных информационных систем, управление производством;
- модернизация ИТ-инфраструктуры: проекты, нацеленные на снижение стоимости владения, повышение отказоустойчивости и гибкости в предоставлении вычислительных ресурсов под разные задачи. Здесь же — совершенствование системы защиты для противостояния информационным угрозам и выполнения требований регулятора.

2 Импортзамещение — важное направление внутренней цифровизации. Для проектов в первую очередь рассматриваются отечественные предложения. В ТВЭЛ, например, работают российские CRM-система и система бизнес-планирования и бюджетирования. Масштабная задача на перспективу — разработать собственную систему управления производством.

3 Разработки с использованием искусственного интеллекта — это проекты будущего. Одна из разработок — предиктивная аналитика для предсказания выхода оборудования из строя, управления простоями и увеличения объема продукции нужного качества за счет предсказания процента брака и подбора оптимальных режимов работы оборудования. Еще одно направление — автоматизация проверки научно-технических отчетов и технической документации. Искусственный интеллект будет проверять их на ошибки, в том числе сделанные при переводе.

Как заработать на интересных сторонних заказчикам проектах

ТВЭЛ создает и развивает цифровые продукты, три из которых уже готовы к продаже.

1 «Атомбот.Закупки» — сокращает затраты времени, сил и внимания специалистов-закупщиков. Интеллектуальная система проверяет техническое задание на соответствие действующему законодательству и ЕОСЗ Росатома, а программные роботы делают запрос технико-коммерческого предложения, собирают ответы и формируют начальную минимальную цену договора. На следующем этапе система будет уметь анализировать предложения, проверять, соответствуют ли они размещенному тендерному предложению, сверять юридически значимую информацию с открытыми базами данных и формировать итоговый протокол для тендерной комиссии.

2 Услуга цифрового инжиниринга — специалисты Топливной компании с помощью методов математического моделирования создают цифровые двойники производственных объектов. Цифровой инжиниринг выгоден для НИОКР: он позволяет проводить меньше натурных испытаний, снижая риск конструкторских ошибок на 25%, себестоимость — на 13%, а сроки вывода на рынок — на 30%. Еще одна возможность цифрового двойника — отработка операционных навыков сотрудников.

3 Телекоммуникационное оборудование — коммутаторы и сетевые устройства. Здесь главные конкурентные преимущества — участие в процессах импортзамещения и повышение уровня информационной безопасности. Этот сегмент развивает компания «Т-ком» — совместное предприятие ТВЭЛ и D-Link Corporation, крупнейшего мирового производителя оборудования. «Т-ком» предлагает услуги по строительству корпоративных сетей и критической информационной инфраструктуры на российском ПО.

Текст: Анастасия Филиппова
Фото: «Страна Росатом»

Показатели хорошего роста

Как Топливная компания повысила свою операционную эффективность при помощи Производственной системы «Росатом»

В России Топливная компания Росатома «ТВЭЛ» является монополистом, но на мировом рынке производства и поставки ядерного топлива конкуренция достаточно жесткая. Кроме того, растет доля возобновляемых источников энергии в мировом энергобалансе, активно строятся сланцевые газовые станции, в Европе реализуется программа энергосбережения. В этих условиях Топливная компания ставит перед собой задачи по росту на рынках ЯТЦ и наращиванию доли выручки по неядерной продукции.

Одним из инструментов повышения эффективности предприятий Топливной компании является Производственная система «Росатом», которая внедряется с 2010 года. Важнейшим элементом системы является развитие персонала и его вовлечение в процесс непрерывных улучшений через подачу ППУ и реализацию ПСР-проектов. Только в 2020 году реализовано 575 ПСР-проектов и подано более 90,6 тыс. ППУ с суммарным экономическим эффектом более 1 млрд руб. Важно отметить, что все улучшения направлены на решение проблем производственных потоков и повышение эффективности бизнес-процессов,

что в конечном итоге непосредственно влияет на достижение стратегических целей компании. На текущий момент одиннадцать предприятий включены в контур системного развертывания ПСР, девять из которых имеют статус «Лидер ПСР».

Большое внимание уделяется направленности подаваемых предложений и реализуемых ПСР-проектов: они решают текущие проблемы и «расширяют узкие места», принося ощутимый результат. Для улучшения условий труда и эргономики рабочих мест сотрудниками предприятий разрабатываются устройства малой механизации — «каракури». Всего с момента появления в 2017 году данного инструмента на предприятиях Топливной компании было внедрено более 150 «каракури».

Ускорение процесса внедрения предложений по улучшениям и лучших практик — одно из направлений, над которым сейчас ведется активная работа. Для этого на предприятиях организованы так называемые участки повышения эффективности деятельности (УПЭД). Для того чтобы обеспечить непрерывную обратную связь с производством, формируются команды по внедрению улучшений (с участием производственного персонала, технологов,

участующих в национальном проекте «Повышение производительности труда».

Уровень развития Производственной системы в целом по Топливной компании достаточно высокий: с 2010 по 2018 год была проделана большая работа по вовлечению максимального количества сотрудников в процесс улучшений. Однако в ряде процессов по-прежнему наблюдались колебания. Поэтому с 2019 года мы стали делать больший акцент на качество и глубину ПСР-проектов и ППУ. К примеру, вместо показателя «количество поданных ППУ на одного человека», который ранее отслеживался на всех предприятиях, теперь фокусируемся на ценности одного ППУ. Так, по состоянию на июль 2021 года ценность одного поданного ППУ выросла в два раза относительно уровня 2019 года.

Опираясь на свой опыт внедрения инструментов Производственной системы, могу с уверенностью сказать, что эффект от бережливого производства появляется только там, где есть личная вовлеченность руководителя и его команды, а инструменты применяются системно.

С целью повышения вовлеченности персонала в процесс непрерывных улучшений ежегодно около 3000 работников Топливной компании проходят обучение инструментам ПСР для достижения бизнес-целей своих предприятий. В Топливной компании функционируют 2 фабрики процессов в офисе и 7 фабрик процессов на производстве, в том числе фабрика процессов на базе учебного центра ПАО «КМЗ», имеющая отраслевое значение: тут проводится обучение руководителей промышленных предприятий России,

Комментарий



Дмитрий Наумов

Директор по операционной эффективности АО «ТВЭЛ»:

Справка

Критерии выбора ПСР-проектов

- Решает ключевые проблемы бизнес-процесса.
- Влияет на бизнес-цели предприятия.
- Проект не имеет готового решения.
- Оптимизируемый процесс является устоявшимся и повторяющимся.
- Проект не несет значительных финансовых затрат.
- Продолжительность проекта и получение результата — 6–12 месяцев.

представителей блока по качеству и других специалистов — по необходимости). В силу постоянного присутствия на производственной площадке участники данных команд отлично понимают особенности технологических процессов и оперативные проблемы и могут соответствующим образом корректировать внедряемые улучшения. Также для повышения скорости внедрения были увеличены выплаты за подачу ППУ, которые можно тиражировать как на смежных участках, так и между предприятиями.

В 2020 году департаментом повышения эффективности операционной деятельности ТВЭЛ была инициирована трехлетняя программа «Повышение эффективности управления сквозными потоками», направленная на то, чтобы нивелировать потери на всех этапах производства продукции — от производства сырья и комплектующих до отгрузки ядерного топлива заказчиком. Речь идет о разработке правил выравнивания и синхронизации работы предприятий по всей цепочке производства продукции. По результатам реализации этой программы за 2020 год подтвержденный экономический эффект составил 4,85 млрд рублей.

Для решения наиболее сложных задач бизнеса привлекается ресурс отраслевых методологов АО «ПСП». Такой формат взаимодействия получил название «ПСП-заказ». Данные проекты находятся под пристальным вниманием президента Топливной компании Н. В. Никителовой.

Современные реалии предполагают, что Топливной компании нужно заниматься не только собственными процессами, но и процессами поставщиков. Задача сложная: выстроить процесс таким образом, чтобы поставщик обеспечил поставку продукции точно в срок, необходимого качества и по приемлемой цене. Ежегодно Топливная компания развивает не менее 10 поставщиков. Одним из лучших примеров, признанных на уровне отрасли, является проект по развитию ООО «МК ЧМЗ» — поставщика Чепецкого механического завода: была проведена работа по развитию производственной системы поставщика. В результате чего были снижены запасы на 69%, время протекания процесса в 10 раз, производственная

Пример работы команды внедрения улучшений в 2020 году

Производство на участке прессования брикетов на ЧМЗ

Задачи. Повышение производительной способности участка минимум на 30% для перехода с семидневного режима работы на пятидневный.

Результаты. Равномерная загрузка персонала — прессовщика, шихтовщика, аппаратчика, оптимизация рабочих мест, разработка кантователей на базе штабелеров для облегчения насыпки губки и прочей лигатуры, а также ограничителей, препятствующих пересыпанию лигатуры.

Цифры. Повышение производительности участка с 85 до 115 брикетов в смену.

себестоимость на 34%. В итоге поставщик сам вышел с предложением и уменьшил сумму действующего договора на 2,5%. Это первый подобный прецедент в отрасли, подтвержденный в ходе проведения развивающей партнерской проверки качества развертывания ПСР.

Интересным и важным является проект, реализованный совместно с Сибирским химическим комбинатом, на площадке которого идет строительство опытно-демонстрационного энергокомплекса проекта «Прорыв». Были внедрены стандарты ПСР-инжиниринга, что позволило в период с 2019 по 2021 год увеличить выработку на одного работника на 15%, а сдачу продукции с первого предъявления с 65 до 90%.

Повышение эффективности производственных и обеспечивающих процессов требует серьезных усилий со стороны всех функций предприятий и АО «ТВЭЛ». При этом слаженная командная работа и последовательное развертывание философии Производственной системы «Росатом» вносят значительный вклад в формирование устойчивого роста ключевых бизнес-показателей — выручки, производительности труда, ЕВITDA и пр. (см. диаграмму «Ключевые бизнес-показатели Топливной компании») — и достижение стратегических целей Топливной компании в долгосрочной перспективе.

На фото

Стройплощадка проекта «Прорыв», где внедрены стандарты ПСР-инжиниринга



ПСР-заказы, реализованные в 2020 году

Повышение производительности и надежности конверсионного производства

Результат. Повышена производительность радиохимического завода на 9,3%, сублиматного завода — на 10,7%, снижена удельная полная себестоимость конверсии на 12,9% без привлечения инвестиций. Экономический эффект — 225,6 млн руб.

Выполнение ключевых строительно-монтажных работ по проекту «Прорыв»

Результат. Повышена производительность труда и увеличен показатель сдачи продукции с первого предъявления. На базе СХК создан отраслевой ПСР-образец по объекту строительства.

Повышение эффективности производства часовых механизмов на «Точмаше»

Результат. Производительность участка повышена с 28 до 35 комплектов в сутки. Увеличен средний выход в годное по деталям с 68 до 80%, загрузка ключевого оборудования — с 50 до 80%.

Совершенствование потока производства продукции из титановых сплавов для внутреннего рынка

Результат. Обеспечение роста выручки по титану на 30%, улучшен показатель отгрузки точно в срок с 69 до 84,4%. Экономический эффект — 96,5 млн руб.

Организация тянущей системы в потоке производства ТВС ВВЭР-440/1000/1200 от склада готовых ТВС до поставок обогащенного уранового продукта (ОУП)

Результат. Разработан регламент диспетчеризации отгрузок ОУП и тянущей системы в потоке, вовлечены 36 тонн урана из запасов. Экономический эффект — 25 млн руб.

Ресурс АО «ПСР» в 2021 году привлекается к следующим направлениям деятельности

Организация тянущей системы в потоке производства ТВС ВВЭР 440/1000/1200 от склада готовых ТВС до поставок сырья на вход конверсионного производства.

Выполнение в срок ключевых событий строительства модуля фабрикация/рефабрикация топлива и реактора БРЕСТ-ОД-300 на площадке СХК.

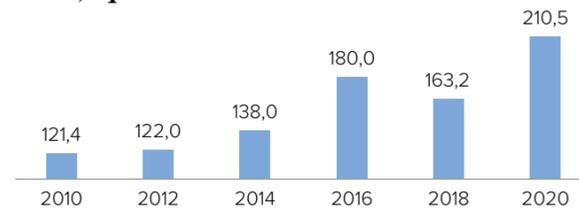
Повышение эффективности работы инструментального производства «КМЗ-Спецмаш».

Совершенствование процесса подготовки и постановки на производство титановой продукции ОПД.

Ключевые бизнес-показатели Топливной компании

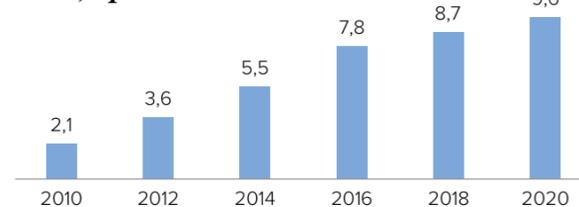
Выручка, млрд руб.

↑ в 1,7 раза



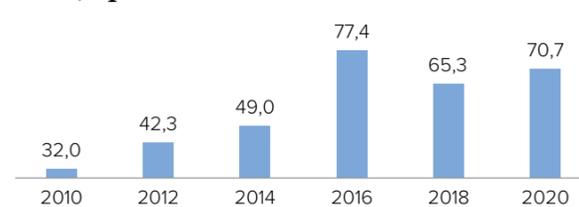
Производительность труда, млн руб./чел.

↑ в 4,6 раза



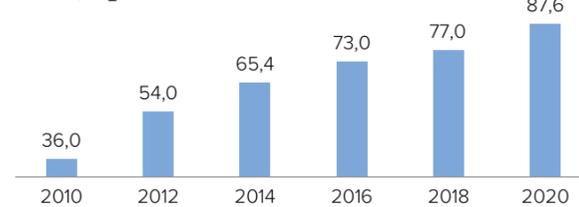
EBITDA, млрд руб.

↑ в 2,2 раза



Зарплатная плата, тыс. руб./чел.

↑ в 2,4 раза



Ключевые бизнес-показатели рассматриваются как часть процесса стратегического управления и целеполагания в отрасли

Проверка на безопасность

Проведена оценка радиационных рисков при эксплуатации МФР ОДЭК

Специалисты проектного направления «Прорыв» провели оценку уровня радиационной безопасности модуля фабрикация нитридного топлива для реактора БРЕСТ-ОД-300. О методике и итогах оценки рассказывает Виктор Иванов — главный радиоэколог «Прорыва», член Президиума НТС Росатома, заместитель директора по научной работе Медицинского радиологического научного центра им. А. Ф. Цыба.

На территории Сибирского химического комбината возводится опытно-демонстрационный энергетический комплекс (ОДЭК). Он включает энергоблок с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и замыкающий ядерный топливный цикл пристанционный завод. Завод будет состоять из модуля переработки (МП) облученного смешанного нитридного уранплутониевого топлива и модуля фабрикация/рефабрикация (МФР) для изготовления стартовых твэлов из привозных материалов, а впоследствии — твэлов из переработанного облученного ядерного топлива.

Пуск МФР планируется уже в 2024 году. Это совершенно новый для атомной отрасли объект, до этого нигде в мире нитридное топливо не производили. Поэтому крайне актуальными становятся вопросы об оценке уровня радиационной безопасности персонала и населения при его промышленной эксплуатации, а также о соответствии этого уровня действующим

международным и национальным стандартам. Ответы на эти вопросы дала команда проектного направления «Прорыв». Работа по оценке уровня радиологической защиты персонала и населения при промышленной эксплуатации МФР заняла 2,5 года. В ней принимали участие ведущие специалисты страны в области численных методов оценки уровня радиологической защиты.

Международные стандарты

На международном уровне утверждение стандартов радиационной безопасности проходит в три этапа. На первом этапе эксперты мирового уровня рассматривают научный базис по проблеме радиационной безопасности на ежегодных заседаниях Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР). Важно подчеркнуть, что в Организации объединенных наций нет других научных комитетов, кроме НКДАР, — это доказательство значимости радиоэкологии. Я работаю в комитете около 30 лет как представитель России. На втором этапе на основании заключений НКДАР ООН свои рекомендации дает Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ), на третьем — МАГАТЭ принимает стандарты безопасности.

В последние 5–7 лет на международном уровне был принят ряд новых принципиальных решений. Одно из них касается технологии оценки пожизненного канцерогенного риска (LAR) облученных контингентов. Если ранее метрикой радиологических последствий облучения была величина ожидаемой эффективной

Справка

Модуль по производству плотного нитридного уранплутониевого топлива (МФР) станет одним из основных элементов энергокомплекса с реактором БРЕСТ-ОД-300, который сооружается на СХК. Единый модуль фабрикация и рефабрикация топлива позволит работать как со «свежими» материалами, так и с продуктами переработки ОЯТ реактора БРЕСТ. Также предусматривается включение в топливо минорных актинидов для их трансмутации.

Сооружение МФР началось в 2015 г. Строительные работы уже завершены, сейчас идет монтаж основного технологического оборудования. Из последних новостей: в июле завершились работы по монтажу одного из участков технологи-

ческой линии изготовления топливных таблеток МФР. Он предназначен для дозирования сырья с последующим измельчением и гранулированием, что позволит улучшить качество пресс-порошка. Оборудование для участка, где будут производить таблетки ядерного топлива, разработано и изготовлено «СвердНИИ-химмашем». Основная задача следующего года — пусконаладка оборудования.

Экспериментальные твэлы и тепловыделяющие сборки, изготовленные на СХК, уже несколько лет проходят испытания в реакторе на быстрых нейтронах БН-600 на Белоярской АЭС для получения максимально полных экспериментальных данных о свойствах и поведении таблеточ-

ного СНУП-топлива в стальной оболочке. Во время испытаний не было ни одной разгерметизации оболочек.

Во ВНИИНМ в этом году разработали технический проект твэла на базе нитридного уранплутониевого топлива для реактора БРЕСТ-ОД-300. Параллельно продолжается работа по созданию твэлов второго поколения для БРЕСТа с более высоким уровнем выгорания, которые должны использоваться, когда производство СНУП-топлива перейдет от фабрикация на этап рефабрикация: то есть в изготовлении свежего топлива будет использоваться переработанное СНУП-топливо первой загрузки, прошедшее цикл облучения в реакторе.

Технология оценки ОЭД и LAR



Публикация № 103 МКРЗ расшифровывает, что для оценки радиационных рисков требуется знать дозы в органах и тканях, а не эффективные дозы. После бомбардировок Хиросимы и Нагасаки ведется наблюдение за пережившими их людьми. Главная задача — выявить связь частоты онкозаболеваемости с полученной дозой облучения, а также с полом и возрастом. НКДАР ООН в 1975 году ввел понятие ожидаемой эффективной дозы. Это метрика канцерогенного риска с учетом ограниченной информации, накопленной за первые 20 лет наблюдения за облученными. Всего главных органов человека, по которым надо считать дозы и риски, 13. Но в 1975 году, поскольку данных не хватало, получилась приблизительная рискованная оценка, довольно грубая. В 1996 году МАГАТЭ одобрило технологию оценки радиационных канцерогенных рисков по эффективной дозе. Через 30 лет, в 2005 году, накопились данные, которые позволили дать оценку канцерогенных рисков по всем 13 органам. Появилась новая метрика канцерогенного риска — пожизненный обусловленный риск (LAR).

Международная шкала радиологического риска

- Пренебрежимый**
< 10⁻⁶ (менее 1 случая на миллион человек)
- Минимальный**
10⁻⁶ – 10⁻⁵ (от 1 до 10 случаев на миллион человек)
- Очень низкий**
10⁻⁵ – 10⁻⁴ (от 1 до 10 случаев на сто тысяч человек)
- Низкий**
10⁻⁴ – 10⁻³ (от 1 до 10 случаев на десять тысяч человек)
- Умеренный**
10⁻³ – 3 × 10⁻³ (от 1 до 3 случаев на тысячу человек)
- Существенный**
3 × 10⁻³ – 10⁻² (от 3 до 10 случаев на тысячу человек)

дозы (ОЭД), то теперь рекомендовано использовать LAR. Это объясняется тем, что величина радиационного канцерогенеза в терминах LAR определяется более точно и учитывает 50-летние выводы оценки последствий бомбардировок Хиросимы и Нагасаки (см. справку «Технология оценки ОЭД и LAR»). В этом году МАГАТЭ опубликует новый технический документ с описанием технологий оценки радиационно-обусловленных канцерогенных рисков, авторы этого международного документа входили в команду по оценке безопасности МФР.

Оценка риска

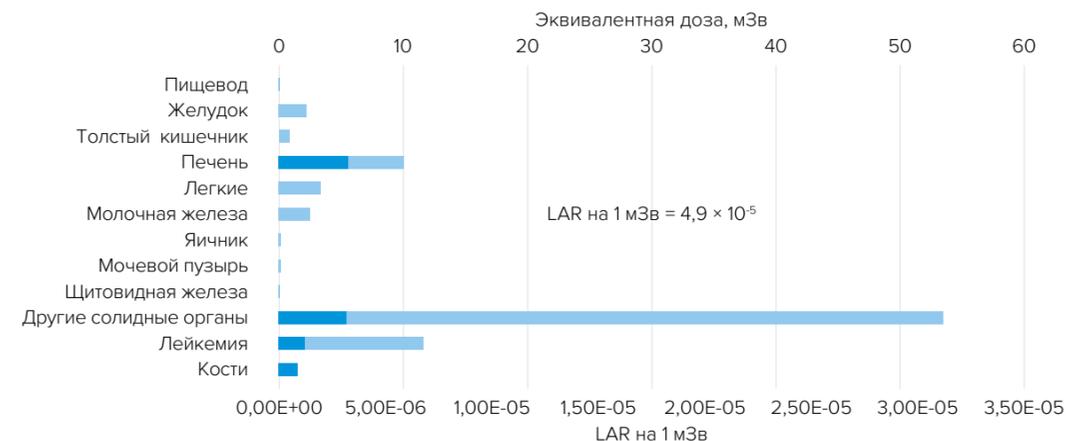
В рамках действующих международных стандартов радиационный риск считается пренебрежимо малым, когда вероятность канцерогенных эффектов ниже, чем 1 случай на миллион человек в год (см. справку «Международная шкала радиологического риска»).

LAR считают для конкретных радиоактивных изотопов. Рассмотрим простой пример (см. графики «Пожизненный обусловленный риск (LAR) при облучении», стр. 45). Если взять одинаковые дозы облучения полонием-210 и торием-230 по ожидаемой эффективной дозе (1 мЗв), то канцерогенные риски по LAR будут отличаться почти в 7 раз. Риск для полония-210 выше, потому что лучевые нагрузки распределяются не только по костным тканям (как для тория-230), но и по другим радиочувствительным органам и тканям.

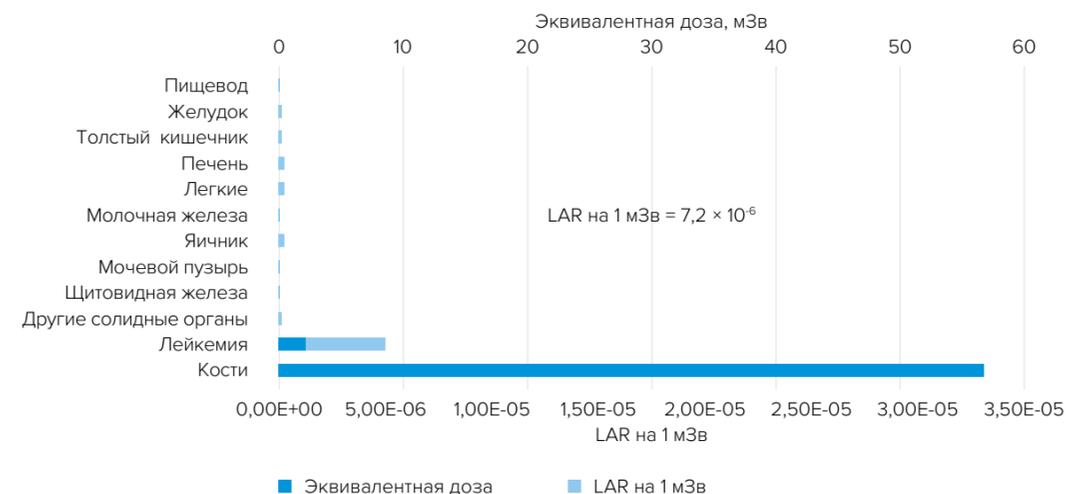
Для оценки LAR для населения, проживающего вблизи МФР, мы использовали новую технологию Международной комиссии по радиологической защите по оценке канцерогенных рисков для 13 основных органов человека (см. таблицу «LAR для населения, проживающего вблизи МФР», стр. 45). По радионуклидам плутония были получены возможные лучевые нагрузки для населения разного возраста в терминах ожидаемых эффективных доз (мкЗв). Под облучением подразумевается однократное событие, а риск оценивается как пожизненный. По итогам оценки риск радиационно-обусловленного рака составляет один на миллион при функционировании МФР за всю жизнь. При этом надо учесть, что спонтанный риск рака за жизнь составляет 20%. Канцерогенный риск для детского населения, как и следовало ожидать, в 1,5 раза выше, чем для взрослого. Вместе с тем, величина риска для детей в 40 раз ниже пренебрежимо малого уровня (10⁻⁶) по международному масштабу. Таким образом, ввод в эксплуатацию МФР ОДЭК не представляет для населения никакой радиологической опасности, оцененной по современным международным действующим стандартам.

Мы оценили канцерогенные риски в условиях нормальной эксплуатации МФР. Сценарии проектной и запроектной аварий будут рассмотрены в 2022 году. Также идет оценка рисков для других объектов ОДЭК: реактора и модуля переработки. Я надеюсь, что в 2023 году мы получим оценки LAR в целом по ОДЭК.

Пожизненный обусловленный риск (LAR) при облучении ²¹⁰Po



Пожизненный обусловленный риск (LAR) при облучении ²³⁰Th



LAR для населения, проживающего вблизи МФР

Радионуклид	ОЭД, мкЗв	Возраст при облучении			
		5 лет	20 лет	50 лет	Средний возраст
²³⁸ Pu	4,48E-02	3,56E-09	3,04E-09	2,70E-09	2,53E-09
²³⁹ Pu	9,30E-02	7,11E-09	5,80E-09	5,04E-09	4,81E-09
²⁴⁰ Pu	1,24E-01	9,49E-09	7,74E-09	6,73E-09	6,42E-09
²⁴¹ Pu	1,20E-01	5,39E-09	3,58E-09	1,97E-09	2,49E-09
²⁴² Pu	3,74E-04	2,85E-11	2,32E-11	2,01E-11	1,92E-11
ΣLAR		2,56E-08	2,02E-08	1,65E-08	1,63E-08

Текст: Александр Южанин
Фото: ПАО «ППГХО»



С чего начинается топливо

Как работает флагман российской горнодобывающей отрасли

Уран находится в самом начале технологической цепочки по производству ядерного топлива, являясь основой для работы атомной промышленности. А как добывают этот столь важный для отрасли металл? Расскажем об этом на примере работы крупнейшего уранодобывающего предприятия в России ПАО «ППГХО».

Посреди бескрайних степей, на юго-востоке Забайкальского края, у самой границы с Китаем и Монголией, в городе Краснокаменске, расположено Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е. П. Славского (ППГХО). Предприятие было создано в 1968 году на базе месторождения Стрельцовского рудного поля. За более чем

50 лет работы объединением добыто почти 130 тыс. тонн урана. Сегодня на ППГХО работают два действующих рудника — № 1 и 8, где ежегодно добывается до 2 тыс. тонн урана. Попасть на территорию рудника можно, только пройдя тест на алкоголь. Проходная оборудована специальной системой контроля. Для входа необходимо приложить пропуск к считывателю и затем подуть в отверстие датчика. Турникеты открываются, только если содержание алкоголя не превышает норму. Так, бутылка пива, выпитая позже, чем за 10 часов до начала смены, уже не позволит пройти на территорию. Шахта не прощает.

Предупрежден — значит вооружен

Перед спуском в шахту проводится обязательный инструктаж по безопасности, которой на ППГХО, как и на всех предприятиях Росатома, уделяется

исключительное внимание. Рудники оснащены системами горно-подземной связи и позиционирования персонала и техники, позволяющими обеспечивать общую безопасность проведения горных работ и предотвращать аварийные ситуации, а в случае чрезвычайного происшествия оперативно определять местонахождение людей. Под землей используют две системы оповещения об аварии. Первый способ — мигание светильников. Семикратное мигание означает аварию. Второй — ароматический (по-горному — «адорант»). В случае аварии через систему подачи воздуха в шахту поступает небольшое количество специального газа. Он безвреден, но из-за специфического запаха его невозможно не почувствовать.

ППГХО ведет разработку месторождений Стрельцовского уранового рудного поля с 1968 года и является одним из крупнейших в мире предприятий, ведущих добычу урана подземным способом

Кстати, о воздухе. Главная вентиляционная установка постоянно подает в шахту 150 кубометров воздуха в минуту. Реверсная система дает возможность в случае возгорания поменять (при необходимости) направление подачи воздуха на противоположное, что позволит локализовать задымление. Вообще, шахта — объект повышенной опасности. По словам директора рудника № 8 Сергея Гурова, каждые полгода разрабатывается план по ликвидации и локализации возможных аварий, таких как обрушение, затопление, возгорание, застревание лифта, обрыв головного каната лифта, возгорание в шахте лифта. В случае возникновения экстренных ситуаций сразу начинается эвакуация персонала, которой руководит главный инженер рудника. На предприятии всегда наготове военизированный горноспасательный отряд, состоящий из специально подготовленных профессионалов, готовых в любой момент приступить к спасательным операциям.

Также на месторождении реализуется проект «Геодинамический полигон» — многоуровневая система мониторинга поведения подземных пород, предназначенная для прогнозирования и предупреждения горных ударов. По Стрельцовскому рудному полю установлены датчики наземной GPS-навигации, акустики, сейсмики. Поступающая с них информация позволяет определять опасные для производства участки, осуществлять прогнозирование поведения этих участков и принимать меры, направленные на предупреждение несчастных случаев.

Горные работы



«Умные каски»

В стандартную горняцкую экипировку входят комбинезон, снабженный светоотражающими вставками, специальные плотные резиновые сапоги, каска и «самоспасатель», позволяющий дышать в случае возникновения задымления. Для защиты органов дыхания от пыли и аэрозольной смеси применяют респиратор-повязку «лепесток», сделанную из очень тонких полимерных волокон, равномерно распределенных по поверхности марли. Повязка одноразовая, после подъема на поверхность она выбрасывается. «Лепесток» при добыче урана начали использовать с 1960-х годов, а в других странах долгое время не могли создать аналогичное средство защиты, так как его главный секрет заключался в специальной пропитке.

В экипировку шахтера также входит фонарь, оборудованный специальным чипом, а в шахте расставлены стационарные датчики-считыватели, фиксирующие местонахождение каждого чипа. Вся информация передается на мониторы, установленные у главного инженера и других специалистов. Датчики позиционирования позволяют в режиме реального времени узнать, сколько человек находится в шахте, и определить их местоположение, что в случае аварии поможет быстро найти каждого конкретного человека и оказать ему помощь.

В будущем планируется оснастить персонал предприятия «умными касками» (подобный пилотный проект реализуется на другом уранодобывающем предприятии Росатома — АО «Хиагда»). Такая каска оборудована специальным модулем, осуществляющим коммуникацию с оператором. Датчики не только отслеживают местонахождение сотрудника, но и позволяют запросить помощь. Для этого нужно трижды постучать по каске, и оператор отреагирует в считанные секунды. В единый центр мониторинга также поступает сигнал в случае падения

Руду отвозят на переработку, где из нее, используя серную кислоту, производят закись-окись урана



или удара — в режиме онлайн система определит в подвижном или неподвижном состоянии находится работник.

Внутри горы

Спуск на нижний горизонт (горизонтальный тоннель под землей) на глубину 700 метров занимает порядка четырех минут. Все приемные площадки постоянно поливаются водой, чтобы не выносить грязь из шахты на поверхность. Поэтому при входе и выходе необходимо быть внимательным, чтобы не поскользнуться. Состояние головного каната лифта (по-горному — «клетки») регулярно тестируется, а на случай его обрыва предусмотрена конструкция, обеспечивающая зависание кабины на тормозных канатах и не позволяющая ей упасть. Каждый ствол оборудован лестницами, по которым можно подняться на поверхность. Сами стволы бетонированные, что предотвращает возникновение в них возгорания. Тем не менее существует отдельный план действий даже для таких минимально вероятных ситуаций.

Ширина подземных тоннелей составляет 3–4 метра, высота 2–4. Через каждые 10–12 метров расположены лампы, достаточно ярко освещающие пространство. Внутри ряда тоннелей горизонта проложены рельсы

для передвижения электровозов. При приближении поезда необходимо повернуться лицом к выработке, прижаться спиной к стене и пропустить состав.

Добыча урана на ППГХО ведется подземным способом. Более эффективный и экономичный способ добычи методом скважинного выщелачивания из-за геологических особенностей использовать на рудниках предприятия нецелесообразно. Поэтому приходится применять буровзрывной способ проходки горных выработок. В граните буровой штангой (она похожа на огромную дрель) сверлятся специальные отверстия — шпурсы, в которые закладывается взрывчатка и производится взрыв с отбивкой горных пород на выработанном пространстве. Затем осыпавшаяся порода убирается, освободившееся пространство бетонировано и укрепляется металлическими каркасными конструкциями по принципу «прошел — закрепил». Такая последовательность действий повторяется раз за разом. По словам Сергея Гурова, буровые работы позволяют двигаться со скоростью до 6 метров в день.

Горизонт проходит рядом с рудным телом (так называются залежи урановой руды), к которому пробивают вертикальные скважины. Добытая руда загружается на вагонетки, поднимается на поверхность, загружается в многотонный самосвал и отвозится на переработку на гидрометаллургический завод, где из нее производят урановый концентрат — закись-окись урана. Это конечный продукт ППГХО. Он отправляется на обогащательные комбинаты, затем фабрикуется в топливные сборки и поступает в качестве топлива на АЭС.

В 2020 году ППГХО добыто 1,24 тыс. тонн урана. За более чем 50 лет работы объединением добыто почти 130 тыс. тонн урана

Рудник будущего

Помимо рудников № 1 и 8 предприятие ведет строительство нового рудника № 6. История этого объекта началась в далеком 1973 году, когда были открыты Аргунское и Жерловое месторождения. В 1981 году провели детальную разведку, в 1984 году приняли решение о строительстве объекта и освоении месторождений. Однако с распадом Советского Союза все работы прекратились, а стройка была законсервирована. В 2006 году ППГХО инициировало повторную разработку проекта, и в результате предпринятых усилий рудник получил вторую жизнь. В 2016 году проект надземной инфраструктуры прошел Главгосэкспертизу, а в 2017 его включили в состав Территории опережающего социально-экономического развития и выделили первые средства — 2,8 млрд руб.

По словам генерального директора ППГХО Ивана Киселева, на сегодняшний день в строительство инвестировано 6,8 млрд руб., а проектная стоимость всех работ составляет 18 млрд руб. Планируется, что в 2026 году рудник будет добывать 350 тыс. тонн руды в год, а в 2028 году выйдет на полную проектную мощность в 850 тыс. тонн руды в год. Эксплуатационные запасы Аргунского и Жерлового месторождений Стрельцовского рудного поля составляют около 40 тыс. тонн урана (35% от общего количества запасов ППГХО). Среднее содержание стратегического металла в них выше, чем на действующих рудниках, что позволяет гарантировать конкурентоспособную себестоимость производства. В руднике будет 3 ствола. «Каждый ствол глубиной 950 метров, с учетом новых технологий — будет достаточно до 10 горизонтов, — уточняет Иван Киселев. — Первые тонны руды мы планируем получить в 2026 году, а дальше постепенно будем выходить на проектную мощность». На сегодня построены основные объекты инфраструктуры рудника, включая самый сложный комплекс очистных сооружений шахтных вод. В 2022 году планируется пройти Главгосэкспертизу проекта подземной части рудника, приступить к заходу в основные стволы и начать подземные горные работы.

Выручка от продаж ППГХО в 2020 году выросла на 12% и составила 13,259 млрд руб., в том числе выручка от реализации закиси-оксида урана выросла на 22% — до 9,18 млрд руб.

По словам Ивана Киселева, на действующих рудниках также ведутся разведка и поиск новых рудных тел. «На первом и восьмом рудниках у нас параллельно идет разведка. Наметили два перспективных прогнозных участка. Параллельно есть желание сделать дальнюю, глубокую разведку по продолжению рудных тел и выявлению новых рудных тел между восьмым и первым рудниками. Надо проверить данные геологов, оставшиеся еще с советских времен», — рассказывает генеральный директор. Планируется, что новый рудник будет работать до 2056 года, что позволит сохранить ППГХО в качестве градообразующего предприятия города Краснокаменска еще на долгие десятилетия.

На фото

В граните буровой штангой сверлятся специальные отверстия — шпурсы, в которые закладывается взрывчатка



Текст: Ирина Дорохова
 Фото: Schneider Electric, РАСУ

Испытания НКУ на стойкость к возникновению дуги от короткого замыкания



Секреты в шкафу

РАСУ, УЭМЗ и Schneider Electric разработали и сертифицировали изделия для поставок на зарубежные АЭС

Благодаря профессионализму и настойчивости специалистов и руководителей РАСУ, Уральского электромеханического завода (УЭМЗ) и Schneider Electric низковольтные комплектные устройства (НКУ) серии USG (Ural Switchgears) были сертифицированы по международным стандартам в Европе. Теперь партнеры думают над моделями локализации. Они, как ни парадоксально, помогут выйти в том числе и на международные рынки.

По удвоенным стандартам

История создания USG уходит в середину 1990-х, когда российской атомной отрасли после распада СССР и разрыва налаженных экономических связей понадобился серьезный технологический партнер для модернизации систем электроснабжения собственных нужд на российских АЭС. Таким партнером для отрасли стала международная компания

Schneider Electric, штаб-квартира которой находится во Франции.

Предпосылок для налаживания партнерства было две. Первая заключается в том, что исторически в СССР и во Франции были похожие принципы создания систем электроснабжения. В обеих странах защиту электротехнического оборудования строили с помощью выключателей. В Германии, например, использовали предохранители (выключатели можно снова включить, а предохранители сгорают, и их надо заменять). К тому же Schneider Electric — давний партнер французской энергокомпании EDF, которая владеет одним из крупнейших в мире парков атомных станций.

Одна из договоренностей сторон касалась создания российского НКУ. Состоялась большая сделка: Schneider Electric передала свои идеи и документацию, которая позволяет производить шкаф НКУ на комплектующих Schneider Electric, предприятию АО «Прогресс», которое на тот момент

1,5 года и 1,5 млн долларов

потребовалось РАСУ, УЭМЗ и Schneider Electric на сертификацию

2500 шкафов НКУ

производственный план УЭМЗ на 2021 год

входило в атомную отрасль (сейчас — нет), а затем в АО «УЭМЗ». И одновременно Schneider Electric подписала рамочный контракт, в соответствии с которым она начала поставки комплектующих для всех НКУ. Если проще, «оболочку» (сам шкаф) стали делать в отрасли, а «начинку» предоставляет зарубежный партнер.

Но серия шкафов «НКУ-РУ», которую производили на АО «УЭМЗ» с 2008 года, соответствовала только российским стандартам и поставлялась только на АЭС в России и в страны, которые приняли российские системы стандартов, — Индию, Белоруссию и Бангладеш.

В 2017 году встал вопрос участия предприятий госкорпорации «Росатом» в европейских проектах. В отличие от советских времен, когда европейские страны принимали советские ГОСТы, теперь в Европе действуют собственные стандарты. Это значит, что продукция Росатома должна удовлетворять двум стандартам: отраслевым правилам безопасности и требованиям местных регуляторов.

Стало понятно, что впереди — проблема. «С коллегами из УЭМЗ и РАСУ мы пришли к выводу, что для продукции, которая может быть востребована в Евросоюзе и в странах, которые принимают такие требования, нужна международная сертификация, в том числе и по европейским стандартам. Это обязательное условие для поставок. В противном случае пришлось бы покупать для своих АЭС продукцию третьих производителей, несмотря на огромный опыт Росатома. К счастью, мы эту дверь смогли вовремя открыть», — поясняет исполнительный директор по работе с корпоративными клиентами Schneider Electric Константин Комиссаров.

В январе 2018 года проблему обрисовали на встрече с первым заместителем генерального директора — директором блока по развитию и международному бизнесу Росатома Кириллом Комаровым, и тот сертификацию одобрил. Решением проблемы занялся РАСУ — интегратор Росатома по промышленной автоматизации и электротехническому оборудованию, руководителем проекта стал Дмитрий Москаленко. Началась работа.

Как создавался шкаф

Первый образец НКУ серии USG, ориентированной на экспорт, создали к концу августа 2018 года. Вначале думали так: учесть требования IEC (Международная электротехническая комиссия) и финского регулятора — шкаф делали с прицелом прежде всего на АЭС «Ханхикиви» — и скорректировать существующую версию шкафа. Но эксперты Schneider Electric первый образец забраковали.

Например, даже такое требование, как «выдвижной модуль должен выдерживать 200 циклов вката-выката» (а для «Ханхикиви» — и вовсе 400), привело к полному изменению конструкции. Для сравнения: в первой версии шкафа модули были оснащены пластиковыми колесиками, которые разрушались менее чем за 50 циклов.

Также шкаф должен обладать сейсмостойкостью 9 баллов на высотной отметке в 30 м. При таких параметрах шкаф НКУ должен сохранять непрерывную работоспособность. Пришли к выводу, что контактная группа каждого модуля должна быть сверхплотной. «Наши специалисты по качеству — компоновщики, конструкторы, электрики — написали семь листов замечаний, но в итоге решили, что конструкция USG хорошая и после некоторой доработки имеет хорошие шансы на сертификацию», — вспоминает Константин Комиссаров.

«Напряженным трудом всего за месяц создали новый шкаф. В разработке участвовали 22 специалиста АО «УЭМЗ» — они не спали вообще. И уже в августе 2018 года были готовы 11 образцов», — делится Дмитрий Москаленко.

Затем образцы направили на испытания на соответствие стандартам МЭК во Францию в лабораторию F-LAB VOLTA (Гренобль). Испытания проходили 60 дней, потом — еще неделя сейсмических испытаний в Германии. В марте 2019 года сертификация была завершена. USG подтвердил, что соответствует стандартам IEC 61439-1, IEC 61439-2 и IEC TR 61641-1. На международном форуме «Атомэкспо» в Сочи 15 апреля 2019 года сертификаты соответствия нормам и стандартам МЭК от имени французского сертификационного органа ASEFA были торжественно вручены генеральному директору АО «РАСУ» Андрею Бутко и заместителю генерального директора по гражданскому производству АО «УЭМЗ» Николаю Грошеву. А для Дмитрия Москаленко это был подарок ко дню рождения.

Отличия по полочкам

НКУ после «Фукусимы» считается чуть ли не одним из самых важных агрегатов на АЭС. Их функционал — прием и распределение электроэнергии и управление электродвигателями. Напомним, на «Фукусиме» НКУ стояли в подвале, их затопила вода, поэтому персонал станции вовремя не смог запустить насосы для охлаждения активной зоны. Сейчас НКУ должны быть сейсмостойчивы и надежны — причем абсолютно в любых ситуациях.

«Например, чтобы соответствовать требованиям по нагреву номинальным током, логично насверлить в стенках шкафа побольше отверстий, чтобы

Специалисты УЭМЗ, РАСУ, Schneider Electric, F-lab VOLTA и iABG после успешных испытаний НКУ

отводилось избыточное тепло. Но тогда «падают» показатели прочности и теряется герметичность. А сегодня все заказчики требуют, чтобы в НКУ не проникала вода от систем пожаротушения, которая может хлынуть со всех сторон. Однако такие шкафы, естественно, перегреваются. Иногда добавляют условие, чтобы вес ячейки был не больше 500 кг. В таком случае не получится выдержать требования по прочности из-за увеличения толщины листового металла и добавления переборок. Также нет возможности увеличить толщину медных шин. Каждый раз мы вместе с заказчиками договариваемся, ищем компромисс, но с USG и международной сертификацией это стало делать проще», — рассказывает Дмитрий Москаленко.

Некоторые клиенты предъявляют индивидуальные требования. Например, НКУ для АЭС «Куданкулам» должны выдерживать шесть часов при температуре окружающей среды 43 градуса по Цельсию — столько регуляторы считают достаточным, чтобы организовать ремонт кондиционеров, если случится какая-то поломка. Уральские НКУ показали, что они могут работать и при более высокой температуре — запас составил восемь-десять градусов.

Поскольку энергоблок с ВВЭР-1200 сегодня рассчитан на 60 лет эксплуатации, столько же должен функционировать и шкаф. Чтобы соответствовать этому требованию, не только увеличили толщину металла, но стали использовать алюмоцинковое и олово-висмутовое покрытия. Получается дороже, чем, например, на российских станциях. Зато шкафы смогут работать в тропическом климате, в том числе в условиях «соляного тумана», то есть в агрессивной морской среде, и выдерживать колоссальные сейсмические нагрузки. «В России НКУ должны выдерживать семибалльное землетрясение, а в Турции — 9-балльное. Разница в два балла — это не на 20%, а в четыре раза! Еще одно увеличение параметров — падение

самолета. Раньше проектировали падение Ту-134 весом 48 тонн, а сейчас это Airbus A380, вес которого с полными баками — 560 тонн», — приводит пример Дмитрий Москаленко.

Шкафы USG собирают по принципу LEGO в зависимости от потребностей клиента. В общей сложности существует около сотни модификаций — одностороннего обслуживания, двустороннего и с разным количеством выдвижных модулей. Чтобы шкафы USG стали более надежными и удобными в обслуживании также придумали и выполнили несколько новшеств.

Первое ноу-хау — сам каркас, выполненный из уникального профиля, жесткий, но сравнительно легкий. «Другие производители, чтобы обеспечить такую же жесткость, должны будут использовать дополнительные ребра жесткости или выполнить каркас из более толстого металла, а это значит, что их шкаф будет гораздо тяжелее и дороже», — комментирует Дмитрий Москаленко.

Второе ноу-хау — двери с усиленным механизмом закрывания, который выдерживает короткое замыкание в 100 кА, — дверцы шкафа остаются закрытыми и человека они не травмируют.

Третье новшество — благодаря направляющим-лыжам, а не колесикам, было обеспечено многократно гарантированное использование выдвижного модуля в ремонтном положении (когда модуль немного выдвинут — так, что он уже не контактирует с силовым электричеством, но при этом его работоспособность можно проверить через систему АСУ ТП).

Четвертое новшество — защита, исключая ошibочные действия работников АЭС. Суть его в том, что для каждого модуля создается свой уникальный замок-ключ, который не позволяет в конкретную



ячейку вставить модуль из другого шкафа. Он выглядит как штрихкод или «расческа» с зубчиками разной длины. Дело в том, что все модули внутри шкафа типовые и похожи друг на друга, а во время ремонтных работ уже бывало так, что сразу много модулей доставали, проверяли, а потом не могли определить, какой откуда. Использование «чужого» модуля может привести к поломкам подключаемого оборудования. Использование индивидуального замка эту проблему снимает: модуль просто не встанет не на свое место.

Все эти и другие новшества позволили УЭМЗ в декабре 2020 года подать заявку в Роспатент на получение патента на полезную модель (объект интеллектуальных прав) НКУ серии USG. В июне 2021 года УЭМЗ патент получил. «У нас теперь есть свой защищенный бренд USG, рассчитанный на зарубежную аудиторию и на Россию», — объяснил Николай Грошев.

Шкафы USG уже отгружены на блоки № 3 и 4 «Куданкулам», «Руппур» и Курскую АЭС-2, а также ТЭЦ «Ударная» (Краснодарский край). Это надежные референции нового продукта.

В планах УЭМЗ, РАСУ и Schneider Electric — поставка оборудования НКУ для нужд АЭС «Аккую», а также участие в проектах АЭС «Пакш-2», «Ханхикиви», «Эль-Дабба» и других.

Заходы на локализацию

Задача РАСУ и УЭМЗ — увеличить локализацию производства, причем с выгодой.

Сначала обсуждали лицензионное производство дорогих комплектующих (в частности, автоматов MasterPact) на отраслевых мощностях. Но от идеи отказались: для отрасли их надо не более ста штук в год. Для сравнения: потребность российского рынка в целом — 20 тыс. штук, а только в России Schneider Electric производит около 5 тыс. штук. Поэтому если ставить дополнительный завод для собственных нужд атомной отрасли, цена изделия получилась бы космической.

Взамен Schneider Electric предложила часть комплектующих производить на своих заводах в России. Продукция сохраняет бренд, но приобретает «местный» статус.

Кроме того, квалификационные аттестаты на производство НКУ, материалов и комплектующих для шкафов получили еще две отраслевые площадки — ПО «Старт» (г. Заречный Пензенской области) и Приборостроительный завод имени К. А. Володина (ПСЗ, г. Трехгорный Челябинской области). Потребность в дополнительных площадках выросла, так как увеличивается (и продолжит увеличиваться) число строящихся АЭС. Все три площадки смогут производить порядка 200–250 НКУ в месяц. Этого достаточно, чтобы удовлетворить нужды отрасли и при необходимости — сторонних заказчиков.

Сотрудничество с французской компанией позволяет Росатому вести переговоры с зарубежными заказчиками об использовании российских НКУ в проектах европейских АЭС. Позиция такая: электротехническая «начинка» сделана компанией Schneider Electric, которая упомянута в ЕРС-контрактах, а «оболочка»-шкаф — российская, но она даже лучше: прочнее, надежнее и соответствует европейским правилам.

РАСУ, УЭМЗ и Schneider Electric сходятся и на том, что надо как можно быстрее выходить на новые рынки: предлагать USG в разных странах, выходить в другие виды генерации: тепловую и ВИЭ, предлагать НКУ промышленным предприятиям. Партнеры уже договорились о том, что будут участвовать в переговорах совместно.

Сегодня УЭМЗ ищет варианты и для локализации недорогих комплектующих для шкафов. С германским производителем клемм Weidmuller договорились о лицензионном производстве на мощностях УЭМЗ. «Уже подписаны соглашения о сотрудничестве, обсуждаем передачу «матриц» и рецептур пластикового производства, технологического оборудования, готовим детализованную финансовую модель. Обе стороны заинтересованы: немецкая компания раньше с нами не сотрудничала. Weidmuller уже изготавливает штампы, где будут рядом стоять наименования Weidmuller и УЭМЗ», — рассказывает Николай Грошев.

У локализации есть и другое измерение. УЭМЗ, РАСУ и Росатом сами могут организовывать производство по своим лицензиям уже в тех странах, где идет или начнется строительство АЭС. «Возьмем «Пакш-2»: венгерские производители спят и видят, как бы им получить контракты для этого объекта. Поэтому есть смысл создавать лицензионные пакеты, находить партнера в Венгрии и передавать ему интеллектуальную собственность, которой владеет УЭМЗ, чтобы производить НКУ в Венгрии. Так можно будет выполнить требование по локализации и сэкономить на логистике. Мы, со своей стороны, продолжим поставлять комплектующие, а владелец лицензии, УЭМЗ, получит «роялти»», — проясняет Константин Комиссаров.

Кроме того, Schneider Electric, УЭМЗ и РАСУ обсуждают увеличение лицензионного производства ячеек класса 10 кВ. Лицензию французская компания передала УЭМЗ давно, лет пять назад, с расчетом на проекты в Европе. В рамках контракта с Турцией УЭМЗ сможет быстро наладить производство и создать около 50 новых рабочих мест. Сертифицировать шкаф не придется, так как все разрешения уже получил Schneider Electric. «Тут есть еще такой момент: локализацию требует и турецкая сторона. Поэтому мы предлагаем так: 80% ячеек делает УЭМЗ, а 20% ячеек по 4-му классу безопасности мы произведем на нашем заводе в Турции. Эксплуатационный персонал получит совершенно одинаковые ячейки и склад ЗИП, а две страны — Россия и Турция — локализацию. Красивая история», — считает Константин Комиссаров.

Климатический набат

Шестой доклад МГЭИК в вопросах и ответах

Глобальное изменение климата рассматривается ООН как одно из основных препятствий на пути устойчивого развития. Обоснованная оценка социально-экономических аспектов изменения климата, выработка адекватных мер по смягчению последствий происходящих процессов, управление климатическими рисками и предотвращение дальнейших негативных изменений становятся теми мерами, которые определяют будущее человечества. В августе текущего года был опубликован доклад международной экспертной группы климатологов, в котором проанализировано влияние человеческой деятельности на окружающую среду и даны прогнозы по дальнейшему изменению климата. Рассказываем, почему это важно и что об этом нужно знать.

Доклады МГЭИК — о чем и для кого?

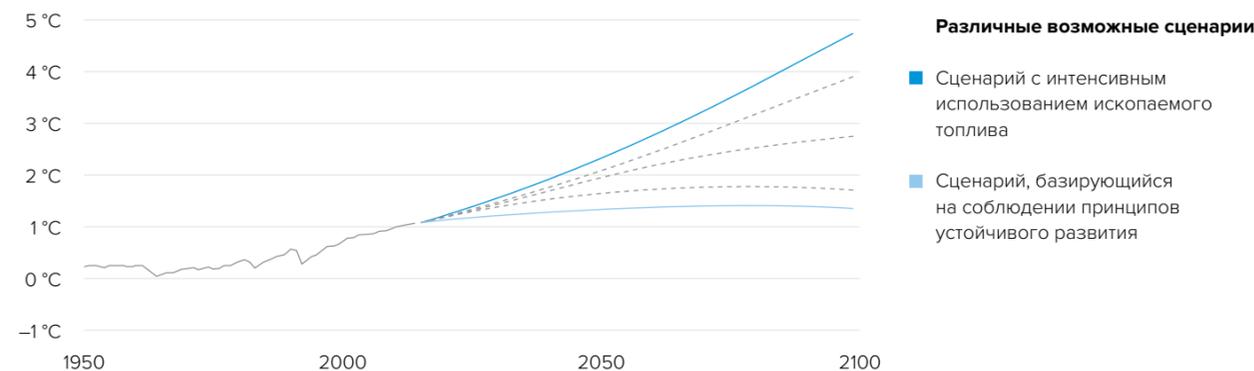
Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК, англ. Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) — это объединение ведущих мировых независимых специалистов по климату, созданное в 1988 году для подготовки всеобъемлющих оценок изменения климата, а также выводов о причинах этого изменения, о возможных последствиях и стратегиях реагирования. Эти данные

политики используют при обсуждении мер, которые необходимо принимать, чтобы справиться с глобальным изменением климата. В первом докладе группы, вышедшем в 1990 году, содержалось предупреждение о потенциальных рисках, связанных с ростом эмиссии парниковых газов. Этот доклад был использован при подготовке подписанной двумя годами позже Рамочной конвенции ООН об изменении климата, а доклады 2013–2014 годов легли в основу Парижского соглашения 2015 года. Доклады МГЭИК выходят в среднем раз в семь лет. Первая часть шестого климатического доклада МГЭИК, опубликованная в августе 2021 года, содержит анализ физических данных об изменении климата (еще две части, посвященные последствиям глобального потепления и способам смягчения этих последствий, выйдут в 2022 году). Время публикации доклада не случайно. В ноябре в Глазго должна состояться 26 Конференция ООН по изменению климата. Предполагается, что делегаты из 197 стран представят на конференции свои низкоуглеродные стратегии, обновленные с учетом данных доклада МГЭИК.

Что происходит с планетой?

— Последние пять лет были самыми жаркими за всю историю наблюдений — с 1850 года.
— За последние годы уровень моря поднялся почти в три раза по сравнению с периодом с 1901 по 1971 год.
— С 1950-х годов явления экстремальной жары (волны тепла) стали более частыми и интенсивными, а экстремальные холода стали наблюдаться реже.

Изменение средней глобальной температуры по сравнению с периодом 1850–1900 гг. (график показывает наблюдаемую температуру и прогнозируемые изменения)



Примечание: каждая линия показывает средний рост температуры для определенного сценария. Источник: IPCC, 2021: Summary for Policymakers.



Полина Лион

Директор департамента устойчивого развития госкорпорации «Росатом»:

Атомная энергетика отвечает за 10% электроэнергии планеты и при этом не выбрасывает CO₂. Это позволяет ежегодно сберечь порядка 2 млрд тонн CO₂, столько же, сколько абсорбируют все леса планеты. Специалисты IEA (Международное энергетическое агентство) и ООН сходятся во мнении, что без атомной энергетики реализовать принятые net-zero обязательства просто невозможно. Не менее важно, что атомные технологии формируют основу для низкоуглеродных решений будущего, в том числе для водородной энергетики, которая сегодня представляется одним из наиболее чистых перспективных видов топлива будущего.

Еще один вывод гласит, что ученые научились делать более точные прогнозы и теперь с большой степенью уверенности могут утверждать, что достижение углеродной нейтральности принесет реальную пользу.

Что делать?

Согласно выводам МГЭИК только быстрое и резкое сокращение выбросов парниковых газов уже в этом десятилетии даст возможность достичь целей Парижского соглашения. Модель с сокращением выбросов вдвое к 2030 году и достижением нулевой эмиссии к 2050 году показывает, что в таком случае уровень потепления стабилизируется вокруг или ниже 1,5 °C в конце текущего столетия. Если человечество пойдет этим путем, то многих катастрофических последствий удастся избежать. Деятельность по достижению нулевого уровня выбросов должна включать снижение эмиссии парниковых газов с одновременным использованием зеленых технологий, а также технологий абсорбции и улавливания, например с помощью высаживания деревьев. Генеральный секретарь ООН Антониу Гутерриш назвал отчет МГЭИК красным кодом для человечества. «Сигналы тревоги оглушительны, и доказательства неопровержимы: выбросы парниковых газов в результате сжигания ископаемого топлива и вырубки лесов душат нашу планету и подвергают миллиарды людей непосредственному риску», — сказал он. Генсек ООН обратился к правительствам, инвесторам и бизнесу, чтобы они направили все свои усилия на то, чтобы будущее стало низкоуглеродным.

— К 2100 году уровень моря может подняться на два метра.
— В период с 2011 по 2020 год температура у поверхности Земли была на 1,09 °C выше, чем в период с 1850 по 1900 год.
— Последние 10 лет, скорее всего, являются самым жарким периодом за последние 125 000 лет.
— Уровень углекислого газа в атмосфере находится на пике за 2 000 000 лет.
— Содержание метана и закиси азота достигло самого высокого уровня за 800 000 лет.

Кто виноват и насколько все плохо?

Авторы доклада констатируют: человеческая деятельность однозначно виновна в климатическом кризисе (лишь 0,02 градуса из 1,09 обусловлены естественными причинами). Причем в наши дни климат меняется с беспрецедентной скоростью, а каждая доля градуса дальнейшего нагрева планеты может усугубить проблемы. Ожидается, что природные катаклизмы — от штормов и наводнений до периодов экстремальной жары — станут более интенсивными и частыми. Почти все государства мира подписали Парижское соглашение о климате 2015 года, которое направлено на то, чтобы удержать глобальное потепление в рамках «намного ниже» 2 °C (в идеале — до 1,5 °C) к 2100 году по сравнению с концом XIX века. Авторы доклада рассмотрели пять сценариев (от наиболее позитивного, при котором выбросы углекислого газа начнут быстро снижаться в ближайшее время и достигнут нулевого уровня вскоре после 2050 года, до самого негативного, при котором выбросы будут быстро увеличиваться и к середине века удвоятся). Ученые пришли к выводу, что при любом сценарии мир пересечет 1,5-градусный порог уже в 2030-х годах, а в худшем варианте средняя температура к 2100 году повысится на 4,4 °C по сравнению с концом XIX века. В докладе говорится, что таяние льдов и повышение уровня моря ускорятся, а дальнейшее потепление происходит из-за парниковых газов, которые люди уже выбросили в атмосферу. Это означает, что даже если выбросы резко сократятся, то некоторые последствия накопившихся изменений будут необратимыми в течение столетий.

Осталась ли надежда?

Хотя в докладе нарисована довольно мрачная картина последствий человеческого воздействия на планету, ученые обнаружили, что наиболее катастрофические последствия, такие как критическое таяние льдов или резкое замедление океанских течений, являются маловероятными, хотя их и нельзя исключать полностью. Один из неожиданных выводов касается роли метана, еще одного газа, ответственного за глобальное потепление. Согласно докладу, из тех 1,09 °C, на которые мир уже нагрелся, 0,3 °C — вина метана. Снижение этой эмиссии, за которую ответственны в основном нефтяная и газовая индустрия, а также сельское хозяйство, может дать хороший результат в короткие сроки. Авторы отчета делают вывод, что в тех условиях, когда каждая доля градуса имеет значение, нет более быстрого, легко достижимого и дешевого способа замедлить темпы потепления, чем сокращение антропогенных выбросов метана.

Текст: Наталия Фельдман
 Фото: «Страна Росатом», АСЭ

«Энергия ветра», Кайлаш Миттал, Индия



Инжиниринг взаимопонимания

Строим АЭС и собираем коллекцию впечатлений

Впечатления — движущая сила современности. Мы путешествуем по миру в поисках новых эмоций, уникальных ощущений, вдохновения для того, чтобы не потеряться в безумном информационном потоке, получить возможность замедлиться и созерцать — а потом делиться своими впечатлениями с окружающими. Такую «Коллекцию впечатлений» представили в Новой Третьяковке инжиниринговый дивизион Росатома и Московский музей дизайна совместно с Государственной Третьяковской галереей и сетью Информационных центров по атомной энергии.

Шкатулка с драгоценностями

Работы финалистов международного конкурса фотожурналистики ASE International Photo Awards из Бангладеш, Индии, Египта, Венгрии, Финляндии, Турции, Беларуси, Узбекистана и России стали отправной точкой для создания выставки «Коллекция впечатлений». Фотографии вдохновили современных российских дизайнеров и архитекторов на создание 11 инсталляций, которые отправляют зрителя в удивительное и эмоциональное путешествие. Дизайнером проекта стал Игорь Гурович, один из известнейших в России художников-графиков, который принимал участие в разработке концепции выставки «Инжиниринг как искусство», прошедшей в 2020 году в центре современного искусства «Арсенал» в Нижнем Новгороде.

■ Зал с пшеничным полем

■ Коллекция одежды: платье «Воспоминание», пальто и плащ

■ Зал «Линии». Шезлонги



Открывал выставку синий зал «Шкатулка» с размещенными на стенах фотографиями в бетонных рамках, которые, как иллюминаторы, приглашали путешественников заглянуть в них и прикоснуться к мирам с другой культурой и необычной природой. Почему в качестве главного материала для оформления зала был выбран бетон? Потому что это фотографии из стран, где инжиниринговый дивизион Росатома сооружает атомные электростанции. «За башней готического собора видна другая башня — градирня... С точки зрения дизайна топливный элемент или корпус реактора — такой же шедевр, как и Эйфелева башня», — рассказывал аудиогид, в котором были гармонично сплетены истории, голоса людей, городской шум, пение птиц и музыка современного композитора Виктора Осадчева. Шкатулка — это и любопытство древнегреческой Пандоры,

и хранилище самого ценного — украшений, писем, воспоминаний, и замочек «с секретом», и авторская работа, и предмет коллекционирования.

Виртуальное путешествие

В следующем зале путешественников по выставке встречали рогатый манекен «Крошка», платье-воспоминание, травяной ковер, яркие цветы, большие деревянные волчки-скамейки, а голос аудиогuida переплетался с щебетом птиц. «Волчок — это символ вращения, символ энергии. Представьте, что волчки бесшумно вращаются с бешеной скоростью. Так выглядит один ярус каскада газоразделительных центрифуг. В центрифугах сепарируют изотопы урана для ядерного топлива. Так рождается энергия», — объяснял аудиогид.

Афиша выставки на здании Новой Третьяковки на Крымском валу

Зал «Азиатское путешествие»

Инсталляция «Бумага»

Зал с пшеничным полем. Велосипед



11

стран
мира

>45

фотохудожников

>35

дизайнеров
и арт-
объединений

11

инсталляций

Экскурсанты на выставке встречались и с морем, размышляя о том, что путешествие — это время замедлиться и созерцать. В следующем зале их ждала живая и мощная энергия ветра, которой человек научился управлять и использовать для выработки электроэнергии. В зале «Спирали» зрителям предлагалось отдохнуть от странствий и не торопясь полистать страницы бумажных книг, а также полюбоваться на светильники «Гало», которые одновременно вызывают ассоциации и с радугой, и с лазерными технологиями. В другом зале путешественники встречались с полем ржи и Белорусской АЭС на его золотистом фоне. «Противоположности, объединяясь в едином пространстве, могут рождать красоту», — комментировал фотографию аудиогид. В следующем зале можно было полюбоваться на скульптурную мебель из металла под взглядами ситха в высоком тюрбане и Альберта Эйнштейна.

Открытие смыслов

Выставку лично открывала Зельфира Трегулова, генеральный директор Государственной Третьяковской галереи. «Выставка совмещает, казалось бы, несовместимое: фотографии, сделанные в странах, с которыми активно работает госкорпорация «Росатом», а также предметы современного российского дизайна. Все это сливается в некое путешествие в пространстве, в очень важный посыл для всех нас — стараться максимально сохранять прекрасную планету, на которой мы все живем».

«Мы стали участниками очень большого и важного события, для нас это определенный вызов и невероятный опыт, — сказал на открытии выставки Николай Подоров, старший вице-президент по корпоративным функциям АО АСЭ. — Мы посвятили эту экспозицию странам, заинтересованным в развитии атомной отрасли. На выставке вы увидите прекрасные работы фотохудожников, увлеченных путешественников. На этих фотографиях мы видим отражение труда российских атомщиков. И не только в величественных зданиях градирен и реакторов, но и на фотографиях природы, в сохранение которой мы вносим вклад, благодаря использованию атомных технологий. Работы дизайнеров и фотографов наполняют выставочное пространство особой энергией, которую, я уверен, почувствует каждый посетитель».

Все флаги в гости к нам

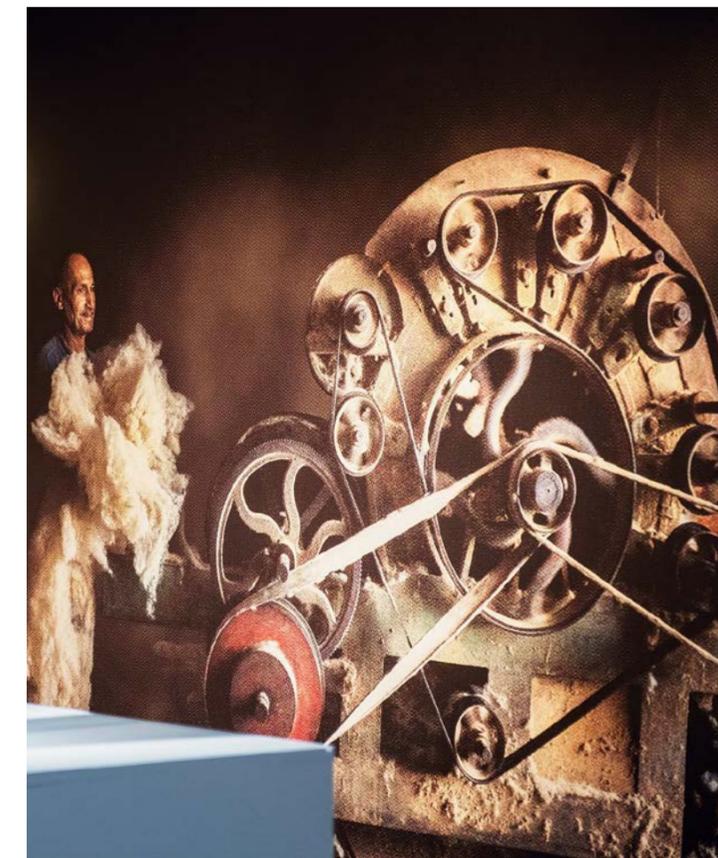
Экспозиция «Коллекция впечатлений» стала одним из знаковых событий лета в культурной жизни Москвы и привлекла внимание большого количества жителей и гостей города, а также известных дизайнеров, художников, архитекторов. В числе посетителей были Дмитрий Кураков, чрезвычайный и полномочный посол России в Республике Сенегал и Гамбии, Тимен Кауве-наар, советник посольства Королевства Нидерландов

в Москве, Анита Хедьи, директор Венгерского культурного центра в Москве. Свою «Коллекцию впечатлений» собрала и делегация Республики Бангладеш во главе с министром науки и технологий. Их интерес не случаен: на выставке представлены 12 работ фотохудожников из Бангладеш. А работа одного из лауреатов конкурса АСЭ Нафиса Амина «Красота Хаора» стала визуальным образом для фирменного стиля проекта.

Яфеш Осман, министр науки и технологий Народной Республики Бангладеш, поделился впечатлениями от посещения выставки: «Я посмотрел всю экспозицию, и она тронула меня до глубины души. Выставка очень изящно и артистично оформлена, и я в восторге от людей, которые работали над проектом. Я восхищен художниками, которые сумели передать эмоции и атмосферу. Хорошо, что с помощью аудиогuida все объясняется настолько, насколько это возможно. Благодаря этому мне открылись новые смыслы инсталляций. Вся выставка направлена на то, чтобы показать теплоту человеческого сердца».

На фото

«Люди, вещи и время»





Федор Буйновский,
обозреватель «Вестника атомпрома»

Генри Киссинджер: «О Китае»

Известный политик анализирует, как публичные стратегии помогают государствам развиваться

Относительно недавно на русский язык был переведен фундаментальный труд американского государственного деятеля, бывшего государственного секретаря США Генри Киссинджера «О Китае». В этой книге автор сделал попытку объяснить, что китайцы думают о проблемах мира, войны и международного порядка.

Будучи идеологом выстраивания американо-китайских отношений, Генри Киссинджер занимал должности советника американского президента по национальной безопасности в 1969–1975 годах и государственного секретаря США с 1973 по 1977 год. Лауреат Нобелевской премии мира за 1973 год, Киссинджер — один из самых авторитетных специалистов по современному Китаю. Он написал книгу о стране, которую хорошо знает и которой помог сформировать отношения с Западом.

Автор изучает ключевые моменты китайской внешней политики с древнейших времен и до наших дней и рассказывает о «внутренней кухне» китайской дипломатии. Опираясь на свой богатый опыт общения с китайскими лидерами — Мао Цзэдуном, Чжоу Эньлаем и Дэн Сяопином, Киссинджер размышляет о том, какое влияние каждый из них оказал на судьбу современного Китая, а также делает собственные прогнозы о глобальном соотношении политических сил в XXI веке.

«Со времени моего первого визита в Китай эта страна стала экономической сверхдержавой и крупнейшим фактором формирования глобального политического порядка. Соединенные Штаты вышли победителями из холодной войны. Отношения между Китаем и Соединенными Штатами стали центральным элементом в деле поддержания мира во всем мире и всеобщего процветания», — пишет Генри Киссинджер, — восемь американских президентов и четыре поколения китайских руководителей занимались этими тонкими взаимоотношениями... Главная задача моей книги — рассказать о взаимодействии между китайскими и американскими

руководителями со времен образования Китайской Народной Республики в 1949 году».

Первая половина книги посвящена внутренней философии Китая, имперскому устройству, концепции международных отношений, опиумным войнам, столкновениям двух миропорядков — китайского и западного.

Основания для напряженных отношений между США и Китаем сложились еще до завершения гражданской войны в Китае. Причиной этого стала поддержка Гоминьдана со стороны США, а также содействие США в развитии Японии, оказание ими военной помощи (в том числе помощь Франции в Индокитае), а также участие в Корейской войне на стороне Южной Кореи. Последующие годы также не создавали предпосылок для улучшения отношений между США и сформировавшейся в 1949 году Китайской Народной Республикой. Во многом это стало следствием усиления политики сдерживания Китая. На протяжении следующих десятилетий США умело пользовались возникшими противоречиями между КНР и Тайванем, Тибетом и Индией, чтобы ставить Коммунистической партии Китая (КПК) палки в колеса.

На начальном этапе установления отношений основой сближения стали общие интересы в сфере безопасности и военное сотрудничество, главным образом направленное против СССР, а неразрешенный Тайваньский вопрос оставался фактором постоянной напряженности между странами.

«Идеология свела Пекин и Москву вместе, идеология же их и развела. Слишком большой исторический путь прошли они вместе, слишком много вопросительных знаков возникло на этом пути. Китайские руководители не могли забыть территориальных захватов русских царей, как и желания Сталина во время Второй мировой войны договориться с Чан Кайши в ущерб Китайской коммунистической партии... Советский Союз рассматривал коммунистический мир как единое стратегическое целое, чье руководство находилось в Москве. Он создал

подвластные режимы в Восточной Европе, зависевшие от военной и до некоторой степени от экономической помощи. Советскому Политбюро казалось естественным, что такая же модель должна преобладать в Азии. Но для Мао Цзэдуна не было ничего более противоречащего его воззрениям с точки зрения китайской истории и с точки зрения его собственного понимания коммунизма...», — пишет Генри Киссинджер.

Обострение отношений КНР с СССР вынудило китайское руководство начать искать союзничества с другой сверхдержавой — США. Очередным поворотным моментом в отношениях США и КНР стало окончание холодной войны. «Оттепель» в отношениях между СССР и Китаем изменила стратегическую направленность дальнейшего развития американо-китайских отношений. Исчез главный фактор для отношений стран друг с другом — угроза Советского Союза. События на площади Тяньаньмэнь, массовое убийство и последующие репрессии вызвали сильный резонанс и негативную реакцию на Западе и привлекли внимание общественности к серьезным проблемам с соблюдением прав человека, со свободой и демократией в КНР.

В годы президентства Билла Клинтона усилилось давление Соединенных Штатов на Китай по вопросам прав человека и в связи с регулярным нарушением Китаем прав интеллектуальной собственности. Примечательно то обстоятельство, что китайская сторона закрыла глаза на появление открытых трений в отношениях с США из-за Тайваня, так как остро нуждалась в американских технологиях и дальнейшем развитии торговых отношений. В 1999 году США добились включения Китая в ВТО, питая надежды относительно смены режима в Китае вследствие демократизации страны по мере ее вовлечения в либеральный миропорядок и институты свободной торговли. Буш-младший в своей предвыборной кампании уже обозначал Китай как конкурента для США. В период первого срока Буш-младшего главной сферой сотрудничества выступала торговля, в 2003 году общий товарооборот вырос на 200 миллиардов (по сравнению с 900 миллиардами в 1972 году). Однако после 2005 года именно область экономического сотрудничества стала источником напряжения. С одной стороны, растущий дисбаланс двусторонней торговли, а с другой стороны, нечестная финансово-валютная политика, политика государственного субсидирования и дискриминационное отношение КПК к иностранным инвесторам стали моментами-провозвестниками принципиальных осложнений в отношениях двух стран.

Но именно к этому времени Китай посчитал, что для него наступило время резкого развития. Именно в этот период Ху Цзиньтао считал, что уникальное сочетание внутренних и международных тенденций поставило Китай в уникальное положение, когда развитие будет идти «скачкообразно», и что Китаю нельзя упустить свой шанс. Вэнь Цзябао подтвердил

свои оценки в 2007 году, где предупредил о том, что «возможности редки и скоротечны».

Говоря о масштабах дебатов в Китае по этому вопросу, можно сказать, что у них было формальное начало, которое можно усмотреть в цикле специальных лекций и научных заседаний, проводимых китайскими учеными, а также высшими руководителями в период с 2003 по 2006 год. В программу входили темы подъема и падения великих держав в истории человечества: средства достижения их подъема, причины часто возникавших между ними войн, а также вопрос, могла ли в современном мире возвыситься великая держава без обращения к военному конфликту с главными действующими лицами на международной арене и если могла, то как.

Эти лекции впоследствии переработали в двенадцатисерийный фильм «Подъем великих держав». Фильм показали в 2006 году по телевидению, и его посмотрели сотни миллионов человек. Как отмечал ученый Дэвид Шамбо, это был уникальный с философской точки зрения феномен в истории политики великих держав. «Совсем немногие из крупных держав или стремящихся ими стать, если вообще были таковые, занимались таким обстоятельным самоанализом», — пишет Генри Киссинджер.

Какие уроки мог извлечь Китай из подобных исторических примеров? Прежде всего Китай постарался снять опасения, которые были у иностранных государств по поводу его растущей мощи. Государственные деятели Китая заверяли, что страна будет придерживаться стратегии неповторения традиционных способов превращения в великую державу. Наиболее интересным представляется сам факт такого опыта коммуникации с обществом. На доступном языке в СМИ, ориентированном на широкую аудиторию, китайскому обществу рассказали о стратегии развития государства, предварительно включив в работу над этой тематикой всю научную и интеллектуальную элиту для страны. И это в государстве, которое считается закрытым, достаточно иерархичным, которое те же Соединенные Штаты Америки считали и считают недемократичным.

По оценкам американских специалистов, нынешнее положение дел и специфика отношений с Китаем требуют от Соединенных Штатов переосмысления политики последних нескольких десятилетий — политики, которая была основана на том предположении, что взаимодействие с конкурентами и их включение в международные институты и глобальную торговлю превратят их в добропорядочных игроков и надежных партнеров. По большей части это предположение оказалось ложным. Но если оставить за скобками соперничество между США и Китаем, то налицо ситуация, когда в новой технологической эпохе будут конкурировать в области 5G, беспроводных технологий, искусственного интеллекта страны первого мира и бывшая страна третьего мира, которая, кстати, этот термин и ввела и которая еще помнит Опиумную войну и 200 лет унижений во времена колониализма.

Атомная энергетика: устойчивость и гибкость

Всемирная ядерная ассоциация опубликовала ежегодный отчет

Согласно последнему отчету Всемирной ядерной ассоциации (World Nuclear Association, WNA) в 2020 году ядерные реакторы произвели в общей сложности 2553 ТВт·ч электроэнергии (в 2019 году — 2657 ТВт·ч).

На сокращение производства ядерной энергии повлияло общее падение в 2020 году мирового спроса на электроэнергию (примерно на 1%), вызванное пандемией COVID-19, отмечается в отчете. «В любой другой год сокращение выработки ядерной энергии почти на 4% было бы однозначным разочарованием», — отметила генеральный директор ассоциации Сама Бильбао-и-Леон в предисловии к новому отчету. — В 2020 году ядерная энергетика во всем мире продемонстрировала устойчивость и гибкость, адаптируясь к изменениям спроса, обеспечивая при этом стабильное и надежное электроснабжение».

В отчете проанализированы общие данные Информационной системы по энергетическим реакторам (PRIS) МАГАТЭ, а также собраны сведения,

отражающие последние события в каждой стране с действующими и/или строящимися реакторами.

Коэффициент использования установленной мощности для мирового парка реакторов в 2020 году по-прежнему оставался высоким — 80,3% по сравнению с 83,1% в 2019 году, сохранившись на уровне последних 20 лет. КИУМ почти для двух третей ядерных реакторов в прошлом году превышал 80%. При этом WNA отмечает, что при эксплуатации АЭС не отмечено тенденций, связанных с их возрастом: «примечательна устойчивость работы реакторов независимо от возраста».

По состоянию на 1 сентября 2021 года в эксплуатации находятся 443 ядерных реактора общей мощностью 394 ГВт. Эта совокупная мощность остается почти неизменной в течение последних трех лет, при этом число добавленных мощностей примерно соответствует числу выведенных из эксплуатации. Строятся 57 реакторов общей мощностью почти 59 ГВт. Как отмечается в отчете, для ядерной энергетике есть многообещающие сигналы: в 2021 году уже четыре новых реактора были подключены к сети и началось строительство семи реакторов (при этом из эксплуатации были выведены два реактора).

В отчете также представлены четыре тематических исследования, подчеркивающих вклад ядерной энергетике в сокращение выбросов парниковых газов. Эти исследования посвящены АЭС «Гронде» в Германии, которая произвела рекордные 400 ТВт·ч электроэнергии с низкими выбросами углерода; китайской АЭС «Хайян», обеспечивающей теплом прилегающие территории; «Аккую» — первой атомной станции, которая строится в Турции; второму и третьему блокам АЭС «Пич-Боттом» в США, получившим лицензию на эксплуатацию до 80 лет.

«Поскольку ожидается, что глобальный спрос на электроэнергию резко вырастет, существует реальный риск того, что выбросы парниковых газов тоже повысятся», — отметила Сама Бильбао-и-Леон. — Жизненно важно, чтобы ядерная генерация восстанавливалась быстрее, помогая заместить ископаемое топливо, с тем чтобы избежать резкого роста выбросов парниковых газов. Эксплуатация существующего парка ядерных реакторов должна быть максимально увеличена и расширена, насколько это возможно, а темпы и масштабы строительства новых ядерных объектов должны возрасти».

Количество реакторов по регионам



НАСОСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- Питательные насосы ПТА, ПЭА, АПЭНА, ПЭМА
- Конденсатные насосы КсВА, Кс
- Насосы систем безопасности ЦНСА, ЦНА, ЦНР, ДНА
- Циркуляционные насосы ДеЛиум, Д, СЭ, ВЦМА
- Насосы систем маслоснабжения МВ, МКВ
- Вспомогательные насосы 1ЦНА, АС-Х, АС-ВК(С), АС-ЗЛПНА

- НАСОСЫ I, II И III КАТЕГОРИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И 2, 3 И 4-ГО КЛАССА БЕЗОПАСНОСТИ
- ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АККРЕДИТОВАН ГОСКОРПОРАЦИЕЙ «РОСАТОМ»



ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛИ
ГМС ЛИВГИДРОМАШ
—
НАСОСЭНЕРГОМАШ

www.hms.ru

АО «ГИДРОМАШСЕРВИС» —
объединённая торговая компания Группы ГМС
Россия, 125252, Москва, ул. Авиаконструктора Микояна, 12
телефон: +7 (495) 664 81 71 факс: +7 (495) 664 81 72

