



РОЛЬ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. ЧАСТЬ II.

2 июня 2015 г. в рамках VII Международного форума *АТОМЭКСПО 2015* состоялся круглый стол «Роль ядерного топливного цикла на современном этапе развития атомной энергетики», модерлируемый АО *Техснабэкспорт*. В ходе обсуждения, собравшего свыше 100 участников, с докладами выступили представители Госкорпорации *Росатом* и ее организаций, зарубежных и международных компаний атомной отрасли, экспертного сообщества.

Ядерный Контроль представляет читателям обзор второй из двух сессий круглого стола с участием директора по международным вопросам EDF Group Доминик **Дапэ**, начальника отдела АО *Концерн Росэнергоатом* Дмитрия **Ануфриева**, руководителя отдела стратегии топливных циклов CEZ Group Ладислава **Гавличека**, генерального директора АО *МЦОУ* Алексея **Лебедева**, заместителя генерального директора по стратегии и маркетингу АО *Техснабэкспорт* Андрея **Товстенко**. Первая сессия круглого стола [доступна на сайте ПИР-Центра](#).

ДАПЭ: Большая часть электроэнергии во Франции генерируется АЭС. Именно поэтому для нас так важна безопасность поставок ядерного топлива. Критически важно контролировать все этапы топливного цикла и правильно определять стратегию закупок и контролировать начальные этапы цикла: поставку урана, его обогащение и связанные с этим коммерческие услуги.

С начала реализации ядерной программы Франции организации, работающие в национальной атомной отрасли, а именно СЕА, EDF и COGEMA, установили тесные партнерские отношения с *Техснабэкспортом*, стремясь гарантировать безопасность поставок топлива. Разумеется, у нас также очень тесные связи с компанией AREVA, которая на сегодняшний день является нашим основным партнером. Однако с начала реализации ядерной программы Франции именно *Техснабэкспортом* снабжал наши установки обогащенным ураном. Для нас это имеет огромное значение. Наши страны связывает долгая история партнерства, которая определила успех французской ядерной программы. Пока первый французский завод по обогащению урана, *Georges Besse I*, строился в 1970-х, *Техснабэкспорт* наряду с американскими компаниями обеспечивал топливом наши первые установки. Первые контракты были заключены еще между *Техснабэкспортом* и СЕА. Когда была создана COGEMA, предшественница AREVA, между ней и *Техснабэкспортом* был заключен новый контракт. В середине 2005 года компания EDF установила с *Техснабэкспортом* партнерские отношения, заключив ряд долгосрочных соглашений.

EDF высоко ценит *Техснабэкспорт* как партнера. Хотел бы подчеркнуть, что за все эти годы не было ни одного случая, чтобы *Техснабэкспорт* задержал поставки или поставил материал низкого качества. Для нас это очень важно, ведь к нашим АЭС предъявляются очень высокие требования. Хотел бы также отметить, что с



технологической точки зрения *Техснабэкспорт* отвечает самым жестким французским стандартам в сфере защиты окружающей среды. Это надежный партнер и сотрудничество с *Техснабэкспортом* способствует повышению конкурентоспособности наших компаний. История нашего партнерства – это история нашего успеха. Мы надеемся, что оно продолжится.

АНУФРИЕВ: Я бы хотел рассказать о нашем опыте эксплуатации ядерного топлива в ходе реализации программы по увеличению выработки электроэнергии. Если все предыдущие выступления касались начальной и заключительной стадии ядерного топливного цикла, то в моем докладе речь пойдет о средней стадии – сжигании топлива в реакторе.

Основная задача, которая была поставлена перед нами госкорпорацией *Росатом*, – это увеличение выработки электроэнергии на действующих энергоблоках АЭС ВВЭР при безусловном соблюдении требований безопасности. Сразу скажу, что в настоящее время Росэнергоатомом эксплуатируется 18 энергоблоков с реакторами типа ВВЭР. Работа идет по трем направлениям, для ВВЭР-1000 – это увеличение мощности до 104% с перспективой роста до 107% и реализация 18-месячного топливного цикла. На ВВЭР-440 – это повышение мощности до 107% и переход на 6-годовой топливный цикл. И по ВВЭР-1200 – новым реакторам проекта АЭС-2006, это переход на 18-месячный цикл. Дело в том, что, когда эти реакторы проектировались в 2007 году, перед нами еще не стояла задача и не было наработок по переходу на 18-месячный цикл, поэтому в проекте был обоснован 4-годовой топливный цикл.

Для того, чтоб обеспечить необходимую длительность топливной кампании мы обратились в компанию *ТВЭЛ*, была разработана новая конструкция тепловыделяющих сборок, увеличена загрузка урана за счёт увеличения топливного столба и перехода на более ураноёмкие тепловыделяющие элементы. Также были выполнены работы по обоснованию безопасности как топливного цикла, так и работы оборудования в цикле сверх 12 месяцев (обоснование межремонтного топливного цикла, модернизация системы оборудования, разработка вероятностного анализа безопасности). Несмотря на то, что мы уже перешли на 2 основных вида топлива, мы продолжаем опытную эксплуатацию новых видов. Совместно с компанией *ТВЭЛ*, разработана программа по совершенствованию топлива. В опытной эксплуатации до 2016 года находятся двенадцать ТВСА-12, которые планируются к поставкам на АЭС на Украину и в Болгарию.

Если говорить о результатах, то согласно данным по Балаковской АЭС за 2013 г., мы имели очень приличную выработку – почти 33,7 киловатт-часов электроэнергии по четырем энергоблокам. Коэффициент использованной мощности равнялся 96,2%, а коэффициент готовности – почти 96,7%. Это говорит о том, что повышение мощности и переход на 18 месячный цикл не сказались отрицательно на результатах эксплуатации, на надежности эксплуатации, не привели к снижению устойчивости работы. Были также выполнены технико-экономические обоснования и сравнение с 12 месячным циклом. Сравнение



показало дополнительную прибыль в районе 5,2 млрд. рублей при использовании 18 месячного цикла.

Коротко о перспективном направлении – в настоящее время концерном утверждена программа по повышению тепловой мощности до 107% на блоке №4 Балаковской АЭС. Работа будет проводиться аналогично тому как мы это делали для мощности 104%, будет несколько этапов: обоснование, модернизация, испытания опытно-промышленной эксплуатации и прямой промышленной эксплуатации. До того, как мы приняли решения по выбранному комплексу, были проведены научно исследовательские конструкторские разработки, которые показали принципиальную возможность перехода на 107%.

В заключении хотелось бы сказать, что задача, поставленная перед нами Госкорпорацией, была выполнена. Мы реализовали на всех реакторах ВВЭР-1000, за исключением блока №1 Калининской АЭС, переход на повышенную до 104% мощность, разработали и внедрили 18 месячные циклы на базе двух-топливных сборок. Анализ фактических технико-экономических данных подтвердил эффективность внедрения данных мероприятий. Один из проблемных вопросов, которые предстоит решить – проблема вывоза отработавшего ядерного топлива.

НЬЮТОН: Я хотел бы добавить буквально несколько слов о том, как эта программа влияет на потребление урана. Переход на 18 месячный топливный цикл несколько увеличивает потребление природного урана, но экономия, которая достигается за счет уменьшения количества загружаемого топлива, за счет того, что больше дней в году станция вырабатывает электроэнергию, покрывает увеличение количества отходов. Целью программы является повышение мощности, а чем больше мощности, тем больше потребность в энергоносителях. Так что сброс урана, конечно, чуть-чуть увеличивается.

ГАВЛИЧЕК: CEZ Group – это международная энергетическая компания, которая активно работает в странах Центральной и Восточной Европы. Большая часть наших генерирующих мощностей находятся в северной Богемии, а «рабочими лошадками» энергетической отрасли остаются АЭС. Атомные электростанции *Дукованы* и *Темелин* прошли серьезную модернизацию, и сейчас генерируют почти 50% всей производимой в стране электроэнергии. Что еще важнее – это производство чрезвычайно прибыльно. В настоящее время в Чехии и Центральной Европе цены на электричество очень низкие, поэтому для нас важно, что благодаря низким ценам на топливо эти АЭС сохраняют рентабельность. Это возможно только благодаря хорошим рабочим характеристикам топлива. Поэтому мы заинтересованы в продолжении сотрудничества с нашим поставщиком.

АЭС *Дукованы* была введена в эксплуатацию в 1955 году. В этом году мы отметили 70-летие с начала ее эксплуатации. Для нас это очень важный момент. Чешское законодательство предусматривает продление эксплуатационной лицензии раз в десять лет. В 2015 году мы подали очередную заявку на продление. Исторически сложилось, что все топливо для этой АЭС поставлялось из России. Действующий контракт на поставку топлива охватывает весь



предполагаемый срок эксплуатации станции. Однако мы надеемся, что его удастся снова продлить.

АЭС *Темелин* была введена в эксплуатацию в 2000 году. На станции применяется 12-месячные топливные циклы. Мы изучали возможность перехода на 18-месячные циклы, но в Чехии пик цен на электроэнергию приходится на периоды с января по март и с октября по декабрь. Было бы очень сложно гарантировать, что снижение объемов производства электроэнергии не придется на эти месяцы. Именно поэтому мы приняли решение сохранить 12-месячный цикл. В начале на *Темелин* использовалось топливо Westinghouse Wantage 6. Для устранения эксплуатационных проблем проектные характеристики были изменены. В 2006 году конкурс на поставку топлива на последующие десять лет выиграла российская компания *ТВЭЛ*, которая поставляет топливо типа ТВСА. Этот тип топлива прошел процедуру лицензирования в Чехии и с 2010 года используется в наших реакторах. Говоря о начале топливного цикла, мы следим, чтобы большая часть нашего портфеля контрактов на закупку, конверсию и обогащение урана приходилось на разных первичных поставщиков и трейдеров. Мы предпочитаем сохранять некоторую степень гибкости, чтобы не закупать топливо на рынке, когда ситуация будет для нас неблагоприятна. Кроме того, Чехия является членом ЕС. Это означает, что, если мы подписываем контракт на закупку ядерных материалов, он должен визироваться *Евратомом*. В настоящий момент у нас два действующих топливных контракта – по АЭС *Дукованы* и по АЭС *Темелин*. В рамках контракта по *Дукованы* мы либо поставляем собственный урановый концентрат, который потом проходит конверсию, обогащается, и из которого в Российской Федерации изготавливается топливо, либо просто покупаем готовое топливо. В случае АЭС *Темелин* значительная часть обогащенного урана поступает из Чехии, затем из него изготавливается топливо, и лишь небольшая часть поставляется непосредственно производителем.

Несколько слов о нашей стратегии в отношении завершающей стадии топливного цикла. В Чехии используется незамкнутый ядерный топливный цикл. ОЯТ хранится на территории наших АЭС, а глубокое геологическое хранилище должно быть введено в эксплуатацию в 2065 году. Мы регулярно оцениваем нашу стратегию в этой сфере, но думаю, если не будут строиться новые установки, необходимости в ее изменении не возникнет.

Мы намерены продолжать повышать эффективность использования топлива и обеспечивать высочайший уровень его технической безопасности. Кроме того, мы обязаны соблюдать соответствующие регламенты ЕС. CEZ Group намерена продолжать финансировать НИОКР в сфере ядерного топливного цикла. Кроме того, мы финансируем ряд экспериментов, связанных со структурой ядерного топлива. Мы также принимаем активное участие в международных проектах, таких как Zero Defects, Halden Reactor и т.п.

ЛЕБЕДЕВ: Структура собственности Международного центра по обогащению урана (*МЦОУ*), не изменилась с 2012 г. У нас по-прежнему четыре акционера – 50% акций + 1 у Российской Федерации, 10% у Украины, 10% у Республики Армения, 10% у Республики Казахстан. Тем не менее, все эти годы достаточно



интенсивно велись переговоры, и я, наверное, не покривлю душой, если скажу, что к концу 2016 года, мы еще две страны-участника увидим у себя в центре. Хотел бы напомнить условия для вступления любой страны в МЦОУ: первое это соблюдение страной обязательств, предусмотренных международным режимом нераспространения ядерного оружия; второе, намерение развивать собственную атомную энергетику (т.е. у страны должны быть либо сегодня, либо в перспективе потребности, которые будут удовлетворяться продукцией международного цеха); третье, она обязательно должна быть членом МАГАТЭ; четвертое, обогащенный уран, который будет произведен МЦОУ и вывезен из Российской Федерации будет использоваться для нужд собственной атомной энергетики. И последнее, мы даем приоритет тем странам, которые не развивают и не планируют развивать у себя на территории мощности, связанные с обогащением урана; таким мы образом участвуем в программе нераспространения.

Мы начали с небольшого контракта с Украиной в 2012 г. и считаем, что это очень ответственный контракт и он очень успешно выполняется. Схема выглядит так, летом мы забираем природный уран у украинской стороны, причем мы платим за него. Мы обогащаем уран, обычно мы делаем это в Ангарске у себя на комбинате, потом обогащенный уран отправляется в компанию ТВЭЛ для производства тепловыделяющих сборок, которые поступает потом на украинские станции. Суммарный товарооборот за 4 года составил более \$ 25 млн. Для нашего небольшого центра, где работает всего 14 человек, это серьезные деньги. Объем поставок услуг по обогащению равен 240 тысяч единиц работы разделения, что эквивалентно двум перегрузкам блока мощностью 1000 мВт. Несмотря на непростые отношения между двумя странами, мы успешно исполнили этот контракт в прошлом году и я уверен, что в этом году это повториться. Рамочное соглашение действует с Украиной до 2017 г., надеюсь, оно будет продлено.

Два слова о нашем гарантийном запасе, это все-таки наша основная цель, он сформирован в количестве более 132 тонн НОУ в виде гексафторида с обогащением от 2% до 4,95%. Запас создан и обслуживается за счет Российской Федерации, мы пошли на очень серьезные расходы, в сегодняшних ценах это около \$300 млн. Гарантийный запас размещен на установке МЦОУ, находящейся под гарантиями МАГАТЭ. Кстати, некоммерческий материал для Украины мы тоже помещаем под гарантии МАГАТЭ, потому что одновременно, когда приезжают инспектора МАГАТЭ проверять наш материал гарантийного запаса, они проверяют и тот коммерческий материал, который потом уходит на Украину, таким образом мы убиваем двух зайцев. Хочу напомнить, что это единственный объект на территории Российской Федерации, который находится под полномасштабными гарантиями МАГАТЭ.

Россия всецело поддержала инициативу МАГАТЭ по созданию банка топлива в Казахстане. Еще в 2011 г. через Постоянное представительство Российской Федерации при международных организациях в Вене мы направили вербальную ноту, где мы сообщили о возможном содействии МЦОУ в проекте создания банка топлива в Казахстане. Мы были приглашены принять участие в экспертной группе Россия-МАГАТЭ, и, конечно, мы будем принимать самое



непосредственное участие в транзите материалов, потому что практически наверняка этот материал в банк топлива пойдет через территорию Российской Федерации. Очень скоро состоится тендер МАГАТЭ на закупку материала, мы в этом тендере планируем вместе с другими российскими организациями участвовать. Независимо от того, кто победит в этом тендере, если площадка в Казахстане не будет готова для хранения материала, мы готовы оказать услуги и поставить его под гарантии, хранить этот материал, который будет принадлежать МАГАТЭ у себя на площадке в Ангарске.

Ну, и последнее, о чем я хотел сказать. Эксперты Ангарского комбината совместно с нашими специалистами разработали уникальную систему учета и контроля ядерных материалов. Система позволяет хранить и автоматически обрабатывать, очень большой массив данных и обладает возможностью в автоматическом режиме формировать отчетность как стандартных национальных информационных систем учета и контроля, так и отчетность в формате МАГАТЭ для установок, которые находятся под полномасштабными гарантиями агентства. Система имеет многоуровневую систему защиты данных, а также встроенную программу диагностики ошибок. Такой системой заинтересовались наши белорусские коллеги после того, как в марте 2011 г. было подписано соглашение между Россией и Белоруссией о строительстве на территории Белоруссии первой атомной станции. В этом году белорусская станция обратилась к МЦОУ с просьбой об оказании информационно-консультативного содействия в области системы учета и контроля ядерных материалов на Белорусской АЭС.

ТОВСТЕНКО: Хотел бы начать с нескольких слов о рынке. Здесь нужно обратить внимание на два основных тренда. Во-первых, за прошедший год уверенность участников рынка в позитивном сценарии развития мировой атомной энергетики укрепилась. Конечно, для поставщиков товаров и услуг ядерно-топливного цикла важны не только хорошие долгосрочные перспективы, но и средние и даже краткосрочные. В этой связи, внимание сегодня приковано к Японии, к процессу возврата в эксплуатацию первых японских блоков. Надеемся, когда мы соберемся через год, можно будет говорить, что эта тенденция набрала силу. Во-вторых, в наиболее важном сегменте топливного цикла, обогащения, завершился процесс технологического перевооружения и перехода на газодиффузионный метод обогащения. Сегодня возможности всех участников технологически, более или менее, равны. Другим важнейшим обстоятельством явилось окончание контракта ВОУ-НОУ, который на протяжении более двух десятилетий формировал этот рынок.

В этих условиях, компания поставщик, которая рассчитывает быть успешной на этом рынке, должна искать новые факторы конкурентоспособности. *Техснабэкспорт*, опирающийся на мощный потенциал российской промышленности, видит свое преимущество в развитии интегрированных предложений. Мы считаем, что пакетная покупка товаров и услуг топливно-ядерного цикла имеет ряд весомых преимуществ особенно для компаний из стран-новичков в развитии атомной энергетики. При приобретении обогащенного урана (продукция трех технологических стадий топливного цикла)



энергокомпаниям получают ряд преимуществ, включая оптимизацию логистики, отсутствие необходимости замораживать деньги на закупку товаров, улучшение системы снабжения. Высшей формой развития концепции интегрированного предложения ядерно-топливного цикла является предложение объединения продукции начальной и конечной стадии цикла. Энергетические компании в данном случае имеют возможность решить ряд разных важных проблем связанных со стабильностью поставок, обращением с отработавшим топливом, включением в цикл регенерированного урана.

Техснабэкспорт стремится учитывать все вышеупомянутые рыночные тренды в своей стратегии, которая основана на дальнейшем развитии нашего традиционного ядра бизнеса и новых проектах и программах, структурированных в рамках двух основных направлений: интегрированные предложения и развитие нашей маркетинговой и рыночной инфраструктуры.

В рамках развития инфраструктуры сбыта мы работаем над сокращением сроков поставки, дальнейшим развитием сферы логистики и транспорта, которые мы также рассматриваем как один из элементов интегрированного предложения начальной стадии ЯТЦ. Достаточно привести такой пример, еще 10 лет назад значительная часть наших поставок через Санкт-Петербург осуществлялась на условиях FOB (*free on board*), сегодня почти 100% отгрузок мы осуществляем на условиях DDU (*delivered, duty unpaid*) / DDP (*delivered duty paid*). Продолжая тему итогов работы по развитию нашей транспортной инфраструктуры, хотел бы отметить проект организации транспортного коридора для урановой продукции через Дальний Восток. Мы провели несколько пробных поставок в направлении Японии и Республики Корея и уже вышли на использование этого маршрута на регулярной основе. Он позволяет добиться сокращения сроков поставок с 2-3 месяцев в режиме традиционного маршрута до 2-3 недель, что мы считаем весьма важным для наших потребителей в странах Азии.

Что касается интегрированного предложения, то *Техснабэкспорт* на протяжении своего присутствия на рынке плавно превращался из поставщика, предлагавшего только единицы работы разделения для обогащения урана, в компанию, которая предлагает и мощности для обогащения, и обогащенный уран, и сопутствующие услуги. Очень важно отметить, что *Техснабэкспорт* имел достаточно позитивный опыт предоставления услуг по обогащению регенерированного урана зарубежным заказчикам – это направление, по которому мы сегодня также активно работаем.

Также важно отметить, что, опираясь на потенциал российской отрасли, мы прорабатываем возможности новых технологических решений, в частности с использованием технологии РЕМИКС. С использованием данной технологии извлеченная из отработавшего ядерного топлива неразделенная уран-плутониевая смесь может быть полностью направлена на изготовление топлива для заказчика с небольшой подпиткой ураном. Таким образом мы реализуем заветную мечту всех операторов АЭС, когда они покупают топливо, сжигают его, отправляют отработавшее топливо на переработку поставщику и снова получают топливо для своих реакторов.