



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

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 первой из двух сессий круглого стола с участием вице-президента The Ux Consulting Company Анны **Брындза**, заместителя председателя Правления АО НАК *Казатомпром* Сергея **Яшина**, старшего вице-президента, директора по продажам урана и продукции начальной стадии топливного цикла компании *AREVA* Филиппа **Атрона**, президента компании Trade Tech Energy Джен **Кларк**, директора департамента АО *ТВЭЛ* Алексея **Долгова**.

БРЫНДЗА: Атомная энергетика по-прежнему занимает важное место в мировом энергобалансе и будет развиваться и в дальнейшем, но есть целый ряд новых факторов, оказывающих сдерживающее влияние на ее развитие. И это не только пост-фукусимский синдром, это также сланцевый бум, развитие возобновляемых технологий, дерегулирование рынков электричества. Последний тренд ограничивает возможность планирования стоимости электричества, необходимого для принятия решения о строительстве АЭС. Несмотря на это, прогнозы The Ux Consulting Company говорят о том, что мировая атомная энергетика будет расти. При этом основной рост придется на так называемую группу CRIS, куда входят Китай, Россия, Индия и Республика Корея, важно будет также обеспечить поддержание уровня в трех других ключевых странах: США, Франции и Японии.

Рынки медленно приспосабливаются к новым условиям. Так, на рынке урана в 2015 г. производство будет превышать спрос. Участники рынка даже на Фукусиму среагировали не сразу, первоначально были отменены только планы по наращиванию мощностей, но текущее производство компании не снижали. Помимо этого, существует вторичный рынок урана, который формировался за счет поставок в рамках соглашения ВОУ-НОУ, сейчас этот рынок наполняется за счет обогащающих компаний, поставок из запасов Министерства энергетики США и запасов отдельных предприятий. Таким образом, в кратко- и среднесрочной перспективе на рынке урана сохранится избыточное предложение.

Конверсию урана называют слабым звеном в ядерном топливном цикле. Рынок конверсии, в отличие от многих других, достаточно сбалансирован на глобальном уровне. При этом предложение на рынке ограничено, поэтому, в случае остановки части мощностей, существует угроза срыва поставок. Также



имеет место региональный дисбаланс – если в Северной Америке наблюдается избыток предложения, то, например, в Великобритании – дефицит.

Что касается услуг обогащения, то здесь баланс еще не найден. Снижение спроса после аварии на Фукусиме наложило на долгосрочные процессы в отрасли: изменение географии спроса, переход от газодиффузионного к газоцентрифужному методу обогащения. На данный момент рынок характеризуется избытком предложения, но поскольку запущенные центрифуги сложно остановить, компании используют свободные мощности для обогащения «хвостов», что выводит их на рынок поставщиков урана.

Запуск новых реакторов в Японии окажет позитивное психологическое давление на рынки, но уже в среднесрочной перспективе цена вернется к уровням, продиктованным спросом и предложением.

ЯШИН: Темпы развития атомной энергетики будут напрямую зависеть от того, насколько безопасны будут атомные электростанции, а одним из важнейших факторов их стабильной, бесперебойной работы являются поставки ядерного топлива. При этом, с одной стороны, много новых государств планирует развивать у себя атомную энергетику, большинство из этих стран не обладает опытом и экспертизой в ядерной сфере. С другой стороны, ограниченное количество компаний оказывает услуги по поставке топлива.

Сегодня наиболее распространенной схемой является прямая поставка ядерного топлива от производителя к потребителю. Альтернативой этому является создание страной, развивающей атомную энергетику, производства топлива для АЭС на своей территории. Государство при этом может либо использовать собственное сырье, либо закупать его. Возможно также, хотя примеров этому не было, создание региональных центров по производству топлива для отдельных типов реакторов. На сегодняшний день основные поставщики урана не обладают обогатительными мощностями и технологиями производства топлива, но были бы рады принять более активное участие в подобном сотрудничестве. Конечно, при трансфере технологий нужно учитывать все возможные факторы, включая обязательства по нераспространению ядерного оружия.

Казахстан обладает большими запасами природного урана и видит своей миссией гарантировать обеспечение ураном всех, кто развивает мирный атом. Кроме того, Казахстан сохранил и развил технологии создания компонентов ядерного топлива и рассчитывает в перспективе принять участие во всех элементах ядерного топливного цикла. Это даст странам, начинающим развивать атомную энергетику, возможность выбора поставщика топлива. Сегодня Казахстан, помимо поставок природного урана, оказывает услуги по возврату урана в топливный цикл путем переработки ураносодержащих материалов и производства из них компонентов топлива. *Казатомпром* совместно с *AREVA* поставляет компоненты ядерного топлива на китайский рынок, была достигнута договоренность о производстве в Казахстане топлива для реакторов французского дизайна Китайской генеральной ядерно-энергетической корпорации (CGNPC). Это проявление новой тенденции, когда



нормой становится наличие нескольких поставщиков топлива, которые могут обеспечить гарантированные поставки.

Помимо этого, в планах *Казатомпрома* выход на рынок конверсии урана.

АТРОН: Устойчивая и надежная атомная энергетика должна основываться на принципах социальной ответственности, экологичности и экономической эффективности. Для достижения этих целей атомная отрасль должна соблюдать следующие ключевые условия: обеспечивать безопасность и местное развитие, сводить к минимуму влияние на окружающую среду, быть экономически оправданной и конкурентоспособной. Атомный сектор Франции – третья по величине отрасль экономики страны. Прикладываются все усилия для обеспечения безопасности работников. Французские атомные компании проверяют не только национальные органы, но и ЕВРАТОМ, что придает их деятельности дополнительную прозрачность.

Для создания устойчивой атомной энергетике важно минимизировать количество ядерных отходов. В этом контексте лучшим решением является замкнутый ядерный топливный цикл, который создает вторичный рынок топлива, экономит природные ресурсы и, тем самым, создает запасы материалов для атомных электростанций будущего. Кроме того, это вопрос независимости страны от внешних поставщиков. Франция перерабатывает отработавшее ядерное топливо, полученный плутоний идет на производство МОХ топлива, уран обогащается до нужного уровня и также используется для производства топлива. Получение сырья для производства ядерного топлива при переработке отработавшего топлива стоит дороже, чем используя природный уран, но таким образом Франция вносит свой вклад в долгосрочное и устойчивое развитие.

КЛАРК: Одно и то же количество обогащенного урана может быть получено из различного количества природного урана за счет увеличения или уменьшения количества затраченных единиц работы разделения. При этом в обедненном уране (так называемых «хвостах») будет оставаться различное количество U^{235} . Это придает процессу обогащения значительную гибкость. При изменении стоимости природного урана или единиц работы разделения можно изменять соотношение использования ресурсов, чтобы обеспечить самую низкую цену итогового продукта. При этом финансовые интересы компаний, занимающихся обогащением, могут отличаться от интересов покупателей обогащенного урана.

Россия обладает наибольшими в мире мощностями по обогащению урана, за ней идут *URENCO*, *AREVA* и китайские компании (быстро развивающиеся и планирующие занять значительные доли на рынках США и ЕС). Это главные игроки на рынке. Из-за низкого спроса на рынке компании, работавшие над лазерным разделением изотопов, главным конкурентом центрифужной технологии в области обогащения, приостановили свою исследовательскую деятельность. На период до 2025 г. по оценкам Trade Tech Energy будет наблюдаться избыток обогащающих мощностей. Тем не менее, можно предположить, что, благодаря описанной выше гибкости, будет найден баланс.



ДОЛГОВ: Ядерное топливо должно отвечать требованиям заказчика, это, в первую очередь, безопасность, надежность, эффективность и конкурентоспособная стоимость. Рост эффективности может обеспечиваться за счет увеличения продолжительности работы, увеличения мощности или повышения глубины выгорания ядерного топлива. Снижение себестоимости достигается при помощи модернизация технологий, унификации различных конструкций ядерного топлива.

Для реакторов ВВЭР-440, эксплуатируемых, помимо прочего, на АЭС Пакш в Венгрии и на АЭС Дукованы в Чехии было разработано уже три поколения топлива. Топливо третьего поколения также было разработано и используется на реакторах ВВЭР-1000. Топливо для реакторов ВВЭР-1000 может работать в режиме суточного маневрирования, что было подтверждено испытаниями 2006 и 2015 гг. Это позволяет эксплуатирующей организации регулировать мощность реактора в зависимости от потребности в электроэнергии. Среди задач, которые стоят перед разработчиками топлива на сегодняшний день: увеличение мощности реакторной установки до 107%.

Продолжение будет опубликовано в следующем выпуске бюллетеня.