

## ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА ОТ РАДИОНУКЛИДОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЭЛОВ

Д.М. Хорохорин, М.С. Кузнецов, Р.С. Еремеев

Научный руководитель - В.А. Хан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [dmh1@tpu.ru](mailto:dmh1@tpu.ru)

В настоящее время принято считать перспективным ядерные реакторы 4-го поколения, например, реактор БН-800, использующие мокс-топливо. Производство мокс-топлива имеет технологические особенности и требует контрольных операций, не характерных для топлива на основе  $UO_2$ .

В связи с тем, что мокс-топливо содержит  $Pu^{239}$ , который претерпевает, в основном  $\alpha$ -распад, и примерно в 180000 раз активнее природного  $U$ , попадание даже малых частиц топлива на внешнюю поверхность трубки твэла определяет большую  $\alpha$ -активность. Поэтому при производстве твэлов с мокс-топливом контролируют поверхностное загрязнение  $\alpha$ -активными радионуклидами.

При загрузке трубки топливным столбом, частицы топлива могут попасть на торец трубки. При последующей приварке заглушки, возможно загрязнение сварного шва заглушки. Загрязнение твэла представляет из себя частицы мокс-топлива находящиеся на поверхности трубки, а также включения частиц топлива во внутренние объемы сварочного шва заглушки твэла.

Известна технология дезактивации трубки твэла, включающая протирку поверхности твэла через тканевые чистящие элементы картриджа [патент РФ№2605540]. Однако, метод не обеспечивает полное удаление радиоактивных пылинок, частично утопленных в объем сварного шва заглушки твэла.

Нами проводятся исследования, целью которых является разработка метода лазерной дезактивации внешней поверхности оболочки твэла, в том числе сварных швов.

Известно, что трубка оболочки твэла и мокс-топливо имеют разные теплофизические свойства: теплоемкость, теплопроводность, температуры плавления и кипения. Металлы имеют большую теплопроводность, чем оксиды металлов  $UO_2$ ,  $PuO_2$ . Хотя температуры кипения металлов значительно меньше, чем  $UO_2$ ,  $PuO_2$ , но при импульсном лазерном нагреве температура металлов значительно меньше, чем у их оксидов. Поэтому с помощью лазерного излучения возможно избирательно испарять  $UO_2$ ,  $PuO_2$  с поверхности металлов. При этом металлическая оболочка может остаться практически нетронутой. Однако, необходимо определить параметры импульсов лазерного излучения, при воздействии которых будут испаряться частицы  $UO_2$ ,  $PuO_2$ , утопленные в металл. При этом избыточная энергия, действующая на металлическую оболочку, должна рассеиваться по оболочке твэла, не повреждая её.

Исследования, связанные с использованием радионуклидов можно проводить только в специальных лабораториях. Поэтому мы использовали имитаторы радионуклидов: смесь  $CeO_2$  с другим лантаноидом  $Nd_2O_3$ . Оксиды  $CeO_2+Nd_2O_3$  можно использовать в качестве имитаторов  $UO_2+PuO_2$ , т.к. они имеют схожую зависимость теплопроводности от температуры, а также соотношения температур кипения и плавления.

Для экспериментальных исследований была собрана установка, включающая импульсный лазер, линзу, позиционирующее устройство с закрепленной пластиной, имитирующей поверхность трубки твэла.

В докладе обсуждаются экспериментальные результаты и процессы, протекающие на поверхности металла, содержащем керамические частицы, при облучении импульсным лазерным излучением.