

РАЗРАБОТКА МЕТОДИК АНАЛИЗА ТОПЛИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ФТОРИДОВ ЛИТИЯ, НАТРИЯ И КАЛИЯ

Грубцова К.А¹, Лисиенко Д.Г¹, Домбровская М.А¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.

Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: m.a.dombrovskaia@urfu.ru

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR THE ANALYSIS OF A FUEL COMPOSITION BASED ON LITHIUM, SODIUM AND POTASSIUM FLUORIDES

Grubtsova K.A¹, Lisienko D.G¹, Dombrovskaya M.A¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Method for determining the main and impurity elements in LiF-NaF-KF. Methods for acid digestion of samples were chosen. The optimal conditions for recording the spectrum were selected. Metrological characteristics of the technique were evaluated.

В последнее время все большую актуальность приобретает идея создания замкнутого топливного цикла, предполагающая полное использование делящихся материалов, и минимизацию радиоактивных отходов, образующихся в результате деления урана и плутония в ядерных реакторах [1]. В настоящий момент известны два состава расплавов солей, в которых удобно осуществлять процесс трансмутации трансурановых элементов.

Первый состав - фториды лития и бериллия. Второй, который изучен в данной работе, - фториды лития, натрия и калия, с молярной долей (%) 46,5 LiF – 11,5 NaF – 42 KF, представляющие эвтектическую смесь с достаточно низкой температурой плавления. Преимущество этой композиции состоит в высокой растворимости фторида плутония, поддерживающего цепную реакцию, что позволяет накопить в ней большее количество америция для дожигания. Среди недостатков - высокая коррозионная активность по отношению к конструкционным материалам [2].

Целью данной работы являлась разработка методик определения основных (Li, Na, K) и примесных элементов методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и атомно-эмиссионным с дуговым возбуждением. Контролируемыми макропримесными элементами были Ce, Nd и U, с массовой долей около 14 %, 4 % и 5 % соответственно. Микропримесные элементы, появляющиеся за счет коррозии конструкционных материалов, - это Al, B, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Si, Te, Ti, Zr, W.

При определении основных, макро- и микропримесных (Al, Cd, Cr, Cu, Mg, Mn, Mo, Ni, Pb, Te, Ti, Zr, W) компонентов использовали метод ИСП-МС. Измерения проводили на масс-спектрометре ELAN 9000 (Perkin Elmer, США).

Для приготовления анализируемых проб опробовали два способа кислотного разложения: растворение в стеклоуглеродных стаканах на плите хлорной и серной кислотами и в автоклаве Hot Box 300 (ООО «САС», г. Красноярск) азотной кислотой.

Были выбраны оптимальные условия регистрации, подобрана изотопы аналитов с минимальными спектральными помехами, рекомендованы способы учета наложений. Оценена относительная повторяемость результатов измерений, соответствующая обычному уровню показателя для реализованного метода.

Элементы В, Са, Fe, Si, контроль содержания которых методом ИСП-МС затруднен, определяли атомно-эмиссионным методом с дуговым возбуждением. Для регистрации спектров и обработки результатов использовали спектрометр PGS-2 (Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, Германия) с твердотельным детектором МАЭС (ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск), работающим с программным обеспечением «Атом», и генератор «Fireball» (ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск). Навеску материала испаряли из кратера графитового электрода формы «рюмка» в дуговом разряде переменного тока. Выбраны линии аналитов, свободные от наложений и молекулярных полос. В режиме временной развертки спектров изучено влияние разбавления графитом на интенсивность линий. Оптимальное соотношение пробы с графитом 1:1. Введение графита повышает надежность и упрощает процедуру градуировки.

1. Новиков В.М., Игнатъев В.В., Федулов В.И. и др. Жидкосолевые ЯЭУ: перспективы и проблемы / Атомная энергия. 2006. Т. 101. Вып. 4. С. 278-285.
2. Lane, James A. Fluid Fuel Reactors. Reading, MA: Addison-Wesley Pub, 1958, p. 570.