

РАСТВОРИМОСТЬ ТРИФТОРИДА ПЛУТОНИЯ В РАСПЛАВЛЕННОЙ ЭВТЕКТИКЕ LiF-NaF-KF

© М. В. Воложин, Р. Я. Закиров, П. Н. Мушников, В. Г. Субботин,
И. В. Санников, С. П. Наумов, 2013

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забабахина», Снежинск, Россия

Жидкосолевые реакторы (ЖСР) имеют ряд потенциальных преимуществ перед традиционными твердотопливными реакторами и включены в планы развития ядерной энергетики будущего в США, Европе, Японии, Китае, Индии и др. Все эти программы в той или иной степени опираются на опыт строительства и эксплуатации реактора MSRE (Molten Salt Reactor Experiment, 1965–1969), в котором в качестве топливной соли использовалась эвтектика LiF-BeF₂. Нейтронный спектр ЖСР на основе этой соли – тепловой, и поэтому все они ориентированы на работу в Th-U цикле. U-Pu топливный цикл можно замкнуть только на базе реакторов с быстрым спектром нейтронов, который в ЖСР возможен только при условии высокой растворимости фторидов U и Pu в топливной соли.

С этой целью были определена растворимость PuF₃ в солевом расплаве 46,5LiF-11,5NaF-42KF (мол.%, FLiNaK) в интервале температур 823–963 К.

Для измерения растворимости трифторида плутония был применен метод локальной γ -спектроскопии расплава. Концентрацию растворенного PuF₃ определяли по результатам измерения интенсивности γ -излучения Pu из ограниченного объема расплава, находящегося в равновесии с твердой фазой при заданной температуре. В случае полного растворения трифторида плутония интенсивность скорости счета по высоте столба расплава постоянна (кроме областей верхней и нижней границы расплава, где скорость счета резко снижается за счет краевых эффектов). В присутствии осадка на дне тигля наблюдается увеличение скорости счета в этой области. Молярную концентрацию S_{PuF_3} растворенного PuF₃ находили из соотношения:

$$S_{\text{PuF}_3}, \text{мол.}\% = 100 \left[1 + \frac{1}{M_{\text{FL}}} \cdot \left(\frac{100 M_{\text{Pu}}}{m_{\text{Pu}}, \text{масс.}\%} - M_{\text{PuF}_3} \right) \right]^{-1}$$

Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Растворимость PuF₃ в FLiNaK

Растворимость S , мол.%,	Температура, К				
	823	873	923	963	973
S_{PuF_3} ,	$7,5 \pm 1,0$	$12,8 \pm 1,7$	$21,2 \pm 2,7$	$30,7 \pm 4,0$	—
m_{Pu} , масс.%	$29,7 \pm 3,9$	$41,4 \pm 5,4$	$53,2 \pm 6,9$	$61,4 \pm 8,0$	—