

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНОГО РАСТВОРА НИТРАТА КАЛИЯ В КАЧЕСТВЕ
ДОЗИМЕТРА**

Е.А. Проскурина, Л.Р. Меринова, Д.Ю. Колоколов

Научный руководитель: м.н.с., Д.Ю. Колоколов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: ura-lilya@mail.ru

THE USING OF AQUEOUS SOLUTION OF POTASSIUM NITRATE AS A DOSIMETER

E.A. Proskurina, L.R. Merinova, D.Yu. Kolokolov

Scientific Supervisor: junior researcher, D.Yu. Kolokolov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: ura-lilya@mail.ru

***Abstract.** The possibility to use an aqueous solution of potassium nitrate as a dosimeter, which is equivalent to the irradiated aqueous mediums, is studied. It is shown that the use of the potassium nitrate as a dosimeter is restricted due to the change in radiation-chemical yield of nitrite ions in solutions of different concentration.*

С ростом практического интереса к использованию источников ионизирующего излучения для решения научных, технических и экологических задач возникает необходимость измерения интегральных характеристик генерируемого излучения. В настоящее время для диагностики ионизирующего излучения используется широкий спектр радиационно-индуцированных эффектов, имеющих стабильный радиационно-химический выход от поглощенной дозы [1].

В случае облучения многокомпонентных систем, например, водных растворов, необходимо оценить дозу, поглощаемую исследуемой системой. Поэтому, целью работы является исследование возможности использования водного нитрата калия в качестве химического дозиметра для измерения интегральных характеристик импульсного электронного излучения и для оценки дозы, поглощаемой исследуемой системой.

Методика эксперимента

Для облучения нитрата калия использовали импульсный ускоритель электронов «Astra-M», разработанный в лаборатории №1 ИФВТ ТПУ с максимальной энергией электронов 450 кэВ. Технические параметры ускорителя приведены в таблице 1.

Таблица 1

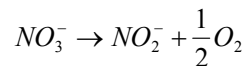
Технические параметры ускорителя

Импульсное напряжение	350-500 кВ
Ток пучка электронов в импульсе	До 1,5 кА
Частота импульсов	1-50 имп/с
Полная энергия электронов в импульсе	До 15 Дж
Плотность тока на мишени	10-30 А/см ²
Длительность импульса выведенного тока	120 нс

Определение нитрит-ионов, образующихся после облучения KNO_3 проводили химическим способом с реактивом Грисса по стандартной методике.

Результаты и их обсуждение

При радиационно-химическом разложении нитрата калия образуется несколько стабильных продуктов, устойчивых при комнатной температуре. В случае безводного нитрата калия такими продуктами являются нитрит-ион и кислород, образование которых можно записать в виде реакции [2]:



Кроме NO_2^- и O_2 при радиационно-химическом разложении KNO_3 получается перекисный нитрит-ион, соответствующий формуле $ONNO_2^-$, образование которого наиболее характерно при высоких мощностях дозы. Для расчета поглощенной дозы в качестве основного продукта был выбран нитрит-ион, радиационно-химический выход которого составляет $1,6 \pm 0,2$ ион/100эВ.

Значение радиационно-химического выхода нитрит-ионов, их концентрация и поглощенная доза связаны формулой, которая позволяет рассчитать значение поглощенной дозы в эВ/г вещества:

$$D = \frac{C \cdot V \cdot N_A}{G \cdot m}$$

Где C – концентрация нитрит иона в растворе, моль/л; V – объем, анализируемой пробы, л;

N_A – число Авогадро, $6,02 \cdot 10^{23}$ ион/моль; m – масса, облучаемого образца KNO_3 , г.

G – радиационно-химический выход нитрит-иона, равный 1,6 ион/100 эВ;

Значение поглощенной дозы, рассчитанное с помощью дозиметра на основе KNO_3 , можно пересчитать и для любого исследуемого вещества, зная массовые тормозные способности дозиметрической и изучаемой систем соответственно [1].

$$D_{сист} = D_{дозиметр} \cdot \frac{(m^S)_{сист}}{(m^S)_{дозиметр}}$$

где $(m^S)_{сист}$ и $(m^S)_{дозиметр}$ – массовые тормозные способности дозиметрической и изучаемой систем соответственно.

Последняя формула применяется для расчётов электронных пучков с энергией электронов более 0,5 МэВ. При использовании в качестве излучения электронных пучков с меньшей энергией, реализуется случай, предполагающий полное поглощение ионизирующего излучения [1]. В этом случае доза, поглощенная исследуемой системой будет равна дозе, определенной дозиметром.

Практическое использование ускорителя для обработки многокомпонентных водных растворов ставит задачу оценки дозы, поглощенной водным раствором. Для этого наиболее целесообразным является использование дозиметрической системы, эквивалентной водным растворам. Основываясь на том, что нитрат-ион является эффективным акцептором электронов, в работе выполнены эксперименты по созданию дозиметрической системы на основе водного раствора KNO_3 .

Для сравнения поглощённой дозы в твердом и жидком нитрате калия необходимо определение пробега электронов в растворе и твердом нитрате калия. Согласно литературным данным [3], используя значение максимального пробега β -частиц в Al (R_{Al}), можно определить максимальный пробег электронов в водном растворе и в твердом KNO_3 в диапазоне энергий 0,5-3 МэВ. Таким образом, при использовании электронов с энергией 0,5 МэВ, их пробег в водном растворе составляет 0,145 см, а в нитрате калия – 0,0768 см.

Для расчёта радиационно-химического выхода нитрит-ионов в водном растворе использовали формулу (2), что в нашем случае соответствует равенству поглощённой дозы твердым нитратом калия и его водным раствором. Значение дозы, полученное с помощью твердого KNO_3 и измеренная концентрация нитрит ионов, образующихся при воздействии излучения на водный раствор, позволили определить радиационно-химический выход нитрит – ионов в водном растворе при одинаковых концентрациях облучаемого нитрата калия. Радиационно-химический выход нитрит-ионов в водном растворе KNO_3 оказался значительно ниже, чем в твердом нитрате калия и составил 1,00 ион/100 эВ в сравнении с кристаллическим нитратом калия, в котором значение радиационно-химического выхода равно 1,6 ион/100 эВ. Для объяснения этого различия, были выполнены эксперименты по влиянию количества воды на радиационно-химическое превращение нитрат-ионов в водном растворе. За количественную оценку было выбрано соотношение вода/ KNO_3 . В этом соотношении количество нитрат-ионов сохранялось одинаковым и соответствовало массе KNO_3 в облучаемом слое 0,18 г. Количество воды регулировали диаметром реактора, в которую помещали раствор, а глубина пробега оставалась постоянной величиной. На рис. 1. приведена зависимость радиационно-химического выхода нитрит-ионов в растворе при различном соотношения количества молекул нитрат-ионов к количеству молекул воды.

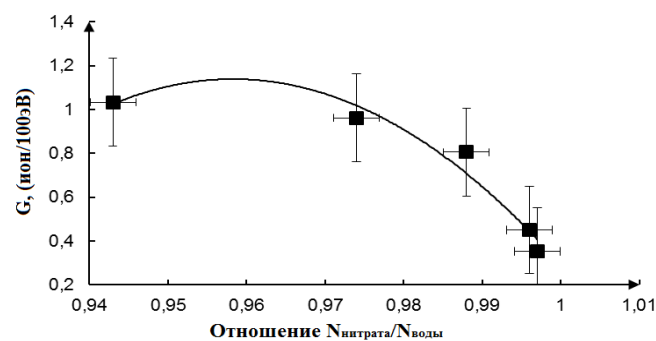


Рис. 1. Зависимость радиационно-химического выхода нитрит-ионов от соотношения нитрат-вода.

Расчет радиационно-химического выхода нитрит-ионов в водных растворах показал, что радиационно-химический выход снижается, что обусловлено протеканием рекомбинационных процессов, измеряемых временами 10^{-12} - 10^{-14} с, которые не соизмеримы с временем протекания диффузионных процессов 10^{-7} - 10^{-10} с.

Заключение

Показано, что радиационно-химический выход нитрит иона в растворе KNO_3 не является постоянной величиной и зависит от концентрации в водном растворе. Полученные результаты ограничивают использование водного раствора нитрата калия, как дозиметра, эквивалентного водным растворам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пикаев А.К. Дозиметрия в радиационной химии. – М.: Наука, 1975. – 312 с.
2. Авторское свидетельство SU № 1544030 от 15.11.1989г. ДСП. – Способ дозиметрии ионизирующего излучения. / Л.В. Сериков, Т.А. Юрмазова, Л.Н. Шиян и др./ Заявлено от 14.12.87;
3. Беспалов В.И. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. – Т.: Изд-во Томского Политехнического университета, 2008. – 236 с.