

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2023**

Әрі қарай, серпімді емес ауыр ион шашырауының бүктелуінің ең соңғы есептеулері деформацияланған оптикалық потенциалды қолдана отырып, серпімді емес шашырау деректерінен алынған ядро деформациясының ұзындықтары микроскопиялық (серпімді емес) бүктелген потенциалды қолданумен алынғандармен салыстырғанда айтарлықтай төмен екенін көрсетті. Алайда, бұл жұмыстарда конволюция потенциалын есептеу үшін (тек тікелей потенциал) бір Гаусс немесе Юкава тұрғысынан өте қарапайым тиімді n-n өзара әрекеттесуі қолданылды және суық ядролық зат үшін Хартри Фок есептеу кезінде дәйекті түрде сыналған тығыздыққа тәуелді МЗҮ өзара әрекеттесуінің соңғы нұсқасын қолдана отырып, серпімді емес ауыр ион шашырауы үшін дәлірек конволюция формализмі болған жөн, сондай-ақ сынғыш  $\alpha$ -ядроның коагуляция моделін және серпімді ядро-ядро шашырауын талдау кезінде. Бұл жұмыста біз тығыздыққа тәуелділікті n-n тиімді өзара әрекеттесуіне қосу үшін жергілікті емес алмасу мүшесін дәл өңдеумен серпімді және серпімді емес шашырау үшін коагуляция моделін қамтитын сілтеме формализмін кеңейтеміз. Тығыздыққа тәуелді өзара әрекеттесудің кейбір алдыңғы қосымшаларында серпімді және серпімді емес ауыр ион және альфа бөлшектерінің шашырауы үшін коагуляция моделі алмасу мүшелері үшін нөлдік диапазонның феноменологиялық жуықтауын қолданды. Әрі қарай, олар МЗУ рейдінің тиімді өзара әрекеттесуінің ертерек нұсқасына (DDMЗҮ деп аталады) сілтеме жасады, ол ядролық заттың қанығу қасиеттерімен қойылған шектеулерді ескермеді.

### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. P.M. Endt et al. , Nucl. Data Tables, (1979)
2. R.P. Singhal et al., Nucl. Phys. A , (1974)
3. R.H. Spear et al., Nucl. Data Tables, (1989)
4. J. Albinski et al. , Nucl. Phys. A, (1985)
5. Y. Kondō et al., Nucl. Phys. A , (1998)
6. K.W. McVoy et al., Nucl. Phys. A, (1992)
7. N. Ohtsuka et al. Nucl., Phys. A, (1987)
8. S. Raman et al. Nucl., Data Tables, (1987)
9. G.R. Satchler Nucl., Phys. A, (1987)
10. G.R. Satchler Nucl., Phys. A, (1979)

ӘӨЖ 621.039:621-03

### ЛИТИЙ БАР КЕРАМИКАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРІСІ

Махмут Әділжан Ғалымжанұлы  
adilzhanmakhmutt@bk.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ 7М05305 «Ядролық физика» кафедрасының  
1-курс магистранты, Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Д.Шлимас

Бұл мақалада литийі бар керамикалардың қасиеттерінің өзгерісі туралы зерттеу қарастырылған. [1-3] жұмыстарға шолу барысында тритий күйдіру дәрежесін зерттеуге арналған жұмыстардың қазіргі таңда жоқ емес екендігін байқауға болады. Қазіргі таңда 2030-2050 жылдарға қарай литийдің термоядролық және атомдық энергетикада қолданылуы өседі деп күтіліп отыр. Жалпы литийі бар керамикалар – алюминаттар, ниобаттар, метасиликаттар, ортосиликаттар және литий цирконаттары термоядролық реакторлардың бланкеттік зонасы үшін өте қолайлы материалдар болып табылады. Алғашқы термоядролық қару мен атомдық бөліну реакторларын сәтті жасағаннан кейін әлемдік қауымдастық 20 жылдың ішінде термоядролық энергияны игеру барысында жақсы жаңалықтар болады деп күтті. Сол себептіде литий шикізатының кен орындарына геологиялық барлау басталған болатын.

Осылайша термоядролық жүйелерді құру барысындағы пайда болған қиындықтарға қарамастан көптеген жоғары технологиялық салаларда литий өндірісін және оны тұтынуды дамыту мүмкіндіктері қолға алынды. Қуатты радиациялық, индукцияланған, термиялық және магниттік электр өрістеріндегі эксплуатация шарттары осы заттардың қасиеттеріне белгілі бір шарттар қояды, сонымен қатар жоғарыда айтылған литийі бар керамикаларды әртүрлі шартпен сәулелендірген кездегі (реакторлы, электронды, әртүрлі температурада, газдық ортада) радиациялық тұрақтылыққа да шарттар қояды. Дегенмен литийі бар керамикалар радиолизінің көрінісі матрица құрылымынан тәуелсіз болып келеді.

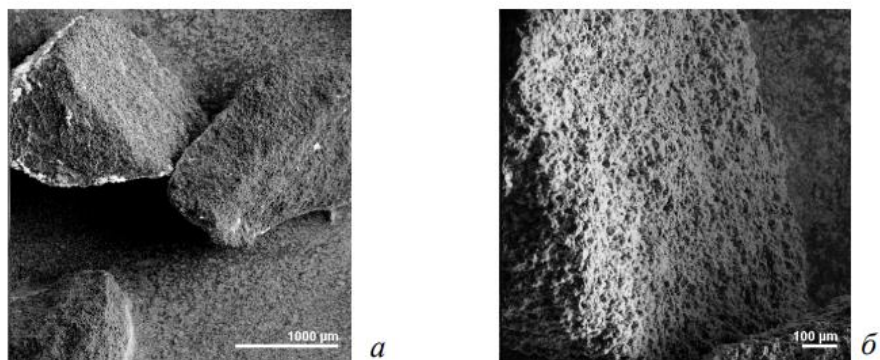
Литийі бар керамикалардың радиациялық тұрақтылығына әсер ететін факторларды 2 топқа бөлуге болады:

1) күшті әсер ететін: құрылымдық ақаулар саны, сәулелендіру температурасы (температура өскен сайын радиациялық тұрақтылық артады), гетеровалентті қоспалармен көбейту (радиациялық тұрақтылық артады).

2) нашар әсер етеін: дозаның қуаты, газдық орта, сәулелендіру түрі, моновалентті қоспалар. Термоядролық синтезде литий базистік компонент болып табылады,  $Li^6$  изотобын нейтрондармен атқылай отыра тритий Т аламыз:  $Li + n \rightarrow He + T + 4.8 \text{ МэВ}$ . Табиғатта тритий қоры жоқ, себебі оның жартылай ыдырау периоды 12,5 жылға тең.

Реакторда дейтерий Д мен тритий Т ядролары біріктіріледі:  $D + T \rightarrow He^4 (3,5 \text{ МэВ}) + n (14,1 \text{ МэВ})$ . Сонымен қатар негізгі энергия нейтрондарға байланысты болады, ал гелий ядросының түзілуіне энергияның 20% ғана кетеді. Демек, термоядролық реактордың жанармайы литий мен тритий болып табылады. Дегенмен, табиғи литий шикізаты 7,52 % үлесті құрайды.

[4]-жұмыста термоядролық реакторлардың бланкеті ретінде қолдануға болатын литийі бар керамикалардың қасиеттері зерттелген. Яғни жұмыстың бірінші сатысында литийдің ортосиликаты, метасиликаты және алюминаты зерттелді. Сонымен оларды пресстеп, содан соң күйдіру арқылы осы литий тұзының ұнтағынан таблеткаларды дайындау әдісі жасалды. Тритий шығарудың беріктік және кинетикалық қасиеттерін зерттеу үшін диаметрі 10 мм, биіктігі 10-нан 14 мм-ге дейін болатын 5000-ға жуық таблетка дайындалды. 1-суретте екінші ретгі электрондағы литий ортосиликатының бөлшектері көрсетілген. *a*-суретінде бөлшектің өлшемі және кескіні жақсы көрсетілген, ал *b*-суретінде беттің морфологиясын байқауға болады.



1-сурет - Литий ортосиликаты бөлшектерінің суреті ([4], 21-бет)

Зерттеудің екінші сатысында табиғатта кездесуі мүмкін болатын литийдің  $Li^6$ ,  $Li^7$  изотопты құрамды ортосиликатын қолдану ұсынылған болатын. Сәулеленген литийі бар керамикалардан тритийдің бөлінуі 2 формада болады: молекулалық (НТ) және тотықты (НТО). Тотықты формадағы тритийдің үлесі келесі қатынаспен анықталады (1-формула):

$$\frac{\text{НТО}}{\text{НТ}+\text{НТО}} \quad (1)$$

Реакторды 15 МВт қуатқа шығарғандағы литийі бар керамикадан шығарылатын газдағы тотықты және молекулалық тритий мөлшерін есептеу нәтижелері [5] жұмыста көрсетілген. Ал реактор қуатын тұрақты режимге қойғанда шығарылған тритийдің тотықты формадағы үлесі 60%-ға дейін азаяды [1-кестеде көрсетілген].

Сәулелендіру уақыты, сағат	Керамикадағы температура, °С	Газ-тасымалдаушыны айдау жылдамдығы, л/сут	Қыздырылған камера арқылы өтетін тритий ағыны, Ки/сут	Қыздырылмаған камера арқылы өтетін тритий ағыны, Ки/сут	Қалпына келетін тритийдің оксидті үлесі НТО/(НТО+НТ), %
80	835	6,23	6,53	2,83	58
233	842	6,13	6,49	2,78	57
256	836	6,90	6,83	2,93	57
278	837	6,60	6,71	2,79	59
302	843	6,38	6,43	2,63	59
311	835	7,37	7,84	3,12	60
352	845	7,85	5,92	2,34	61
376	858	5,71	5,12	2,22	57
402	853	5,41	5,13	2,29	55
424	854	5,57	5,96	2,66	55
456	858	5,23	5,46	2,73	50
496	853	5,93	6,28	2,74	56

1-кесте - Тритий бөлінуін өлшеудің нәтижелері ([4], 24-бет)

Қорытындылай келгенде бұл жұмыста қайталанатын геометриялық параметрлері мен физикалық қасиеттері бар ортосиликаттан, метасиликаттан және литий алюминатынан таблетка жасау технологиясы жасалды.

Реакторлық сәулелену литий алюминатының жоғары радиациялық беріктігі және литий ортосиликатын литий бойынша ~3% күйіп кеткенге дейін олардың қызмет ету қасиеттерін өзгертпестен термоядролық реактордың бланкетінде қолдану мүмкіндігі бар екендігіне көз жеткізілді.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Kapuchev V., Tebus V., Frolov V. Influence of neutron irradiation on the strength characteristics of lithium ceramic pellets for fusion reactor blankets. — J. of Nuclear Materials, 2002, vol. 307—311, p. 823—826.
2. Van der Laan J.G., Conrad R., Bakker K., Roux N., Stijkel M.P. — Proc. 20th Symp. on Fusion Technology. France, 1998, p. 1239—1242.
3. Tsuchiya K., Nakamichi N., Nagao Y., Enoeda M., Osaki T., Tanaka S., Kawamura H. In situ tritium recovery experiments of blanket in-pile mockup with Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> pebble bed in Japan. — J. of Nuclear Science and Technology, 2001, vol. 38, № 11, p. 996—1003.
4. Капышев В. К. и др. Исследование свойств литийсодержащих керамик, предполагаемых к использованию в бланкетах Российских термоядерных реакторов, и оценка их влияния на технологические системы реакторов //Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез. – 2003. – №. 2. – С. 17-27.
5. Kapuchev V. et al. Model and mockup of DEMO ceramic breeding zone for testing in the IVV-2M reactor. — Fus. Technol., 2001, vol. 39, № 1, p. 45—53.