

IUPAC ОДОБРИ ПОСТОЯННИ ИМЕНА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ 113, 115, 117 И 118: VII ПЕРИОД НА ПЕРИОДИЧНАТА ТАБЛИЦА НА ХИМИЧНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ Е ЗАВЪРШЕН

Иван Л. Дуков

Химикотехнологичен и металургичен университет

Резюме. След изпълнение на критериите на IUPAC за откритие на нови химични елементи приоритет за откритие на елемент 113 е признат на японски учени, на елементи 115 и 117 – на колективи от Русия и САЩ (Dubna – Livermore – Oak Ridge collaboration), и на елемент 118 – отново на колективи от Русия и САЩ (Dubna – Livermore collaboration). Откривателите предложиха имена и символи на новите елементи: nihonium за елемент 113 (символ Nh); moscovium за елемент 115 (символ Mc); tennessine за елемент 117 (символ Ts); oganesson за елемент 118 (символ Og). След експертно и обществено обсъждане предложенията са приети и утвърдени от IUPAC. Коментиран е преводът на имената от английски на български, тъй като невинаги е възможен директен превод. След като IUPAC утвърди имената и символите на четирите елемента, VII период на Периодичната таблица е завършен.

Keywords: new elements; naming; IUPAC

През последните 20 години редица изследователски лаборатории публикуваха убедителни данни за синтеза на свръхтежките химични елементи с номера 113 – 118. Поради малките им периоди на полуразпад възможностите за експерименталното изследване на елементите са ограничени, макар че бяха постигнати успехи и в тази насока. Затова за определяне на свойствата им се използват предимно съвременни релативистични теории. Намерените по теоретичен и експериментален път свойства на елементи 113 – 118 потвърдиха принадлежността им към 7p-подслоя на VII период, поради което те са последните членове на групи 13 – 18 на Периодичната таблица (Dukov, 2016). От това следва, че VII период, който включва 32 химични елемента, е завършен. 7s-подслоят включва елементите Fr и Ra (№ 87 и 88). При Ac (№ 89) се появява първият електрон на 6d-подслоя, а при следващите 14 елемента с номера 90 – 103 (Th – Lr), които образуват семейството на актиноидите, се запълва 5f-подслоят. След това при еле-

ментите 104 – 112 (Rf – Cn) с електрони се запълва 6d-подслоят и при елементи 113 – 118 – 7p-подслоят на периода. След като през 2012 г. IUPAC прие постоянни имена на елементите 114 и 116 (съответно флеровий и ливърморий) и след като бяха получени нови доказателства за синтеза на елементите 113, 115, 117 и 118, въз основа на доклади на Обединената работна група (the Joint Working Party) на IUPAC/IUPAP (IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry; IUPAP – International Union of Pure and Applied Physics) е прието, че критериите за откритие на нови елементи са изпълнени (Karol et al., 2016a; 2016b). Докладите на работната група са представени през 2015 г., но са публикувани в списание Pure and Applied Chemistry в началото на 2016 г. Претендентите са поканени да преценят техническата коректност на докладите. След това докладите са рецензирани от независими рецензенти. Накрая те са приети от Отдела по неорганична химия на IUPAC и от изпълнителните комитети на IUPAC и IUPAP (Öhrström & Reedijk, 2016). На 30.12.2015 г. IUPAC разпространи съобщение за заключенията на работната група и прие, че може да започне процедура за определяне на постоянни имена на тези елементи, които да заменят временните трибуквени символи.¹⁾ Въз основа на заключенията в докладите на работната група приоритет за откритие на елемент 113 е присъден на японския колектив от RIKEN Nisina Center for Accelerator-Based Science, за елементи 115 и 117 – за сътрудничеството на колективи от Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна, Lawrence Livermore National Laboratory, California, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA (Dubna – Livermore – Oak Ridge collaboration), и за елемент 118 – за сътрудничеството между Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна и Lawrence Livermore National Laboratory (Dubna – Livermore collaboration). На откривателите е дадено право да предложат имена и символи на новите елементи. Предложенията трябва да бъдат съобразени с приетите от IUPAC правила. По-важните критерии и правила са описани в редица публикации (Wapstra, 1991; Koppenol 2002; Koppenol et al., 2016): (1) Откривателите имат право да предложат име и символ на елемента, но единствено Отделът по неорганична химия след експертна проверка и публично обсъждане на предложеното име има право да го предлага за обсъждане на Комитета на IUPAC, който взема крайното решение; (2) В съответствие с традициите нови елементи могат да получават имена, свързани с митологията; с астрономически обекти; с минерали, от които е получен елементът; с населено място или район, където е получен елементът; с име на известен учен; (3) Когато даден елемент принадлежи на групи 1 – 16 на Периодичната таблица, в английския вариант името му трябва да има окончание “ium”. Когато елементът принадлежи на група 17, окончанието трябва да бъде “ine” и когато елементът е от група 18,

окончанието трябва да бъде “on”. Тези правила са валидни за новооткрити елементи. При елементите, открити и наименувани в минали години, има отклонения от тези правила. Например хелият (Helium) е благороден газ и е член на 18 група, но е получил окончание “ium”, а не “on” (Thornton & Burdette, 2013); (4) Когато име на елемент е предложено, но не е прието, то не може да бъде предлагано отново за име на друг елемент. Такъв е случаят с елемент 105, за който първоначално е предложено име Hahnium (ханий) (в чест на Ото Хан), но елементът е бил назован дубний (Дубна е населеното място, където се намира Обединеният институт за ядрени изследвания на Русия). Според правилата това име не може да бъде предлагано за име на нов елемент; (5) Когато символ е използван за даден елемент, той не може да бъде използван за символ на друг елемент. Символът на елемент 112 (коперниций), предложен от откривателите, е Cp, но по-късно той е променен на Cn, тъй като в миналото Cp е бил символ на елемент 71, наречен касиопей (Casiopeium). Окончателното име на елемента е лутеций и символът му е Lu, но въпреки това се смята за неприемливо символът Cp да бъде използван отново.

Два месеца след като бъде установено, че претенциите за откритие на нов елемент отговарят на критериите на IUPAC, на откривателите се дава възможност да предложат име и символ на открития от тях елемент. Предложението трябва да бъде обосновано. Ако в продължение на 6 месеца откривателите не направят предложение, име на елемента се предлага от Отдела по неорганична химия на IUPAC. Това е възможно да се случи, когато претенции за откриването на новия елемент имат два или повече колектива и те не могат да постигнат съгласие за името на елемента. Руски и американски колективи имаха претенции за откритието на елемент 104 и му дадоха различни имена. Руското име беше „курчатовий“, а американското – „ръдърфордий“, и по времето на Студената война, в продължение на три десетилетия, съгласие не беше постигнато. Спорът беше разрешен от IUPAC, който прие за име на елемента „ръдърфордий“.

Когато предложеното име и символ на елемента отговарят на процедурните правила на IUPAC, те се изпращат за мнение на 15 експерти, на членове на други отдели на IUPAC, които проявяват интерес, а също и на интердисциплинарния комитет по терминология, номенклатура и символи и се публикуват на уебсайта на IUPAC за обществено обсъждане. При наличие на проблеми Отделът по неорганична химия трябва да осъществи връзка с откривателите, за да бъде намерена алтернатива. След успешно завършване на процедурата окончателното решение е на Съвета на IUPAC.

Японските изследователи са предложили елемент 113 да бъде наименуван Nihonium със символ Nh. Nihon (Нихон) е алтернативно име на Япон (Япония) и в превод означава „страната на изгряващото слънце“.

Предложението е обосновано с това, че името е свързано със страната, където е направено откритието. Освен това то подчертава факта, че това е първият химичен елемент, открит в страна от Азия. Японските учени се надяват, че признаването на тяхното научно откритие и приемането на предложеното име на елемент 113 би спомогнало да бъде възстановено доверието в науката, частично загубено след ядрената авария във Фукушима през 2011 г. Освен това чрез предложението колективът, ръководен от проф. Kosuke Morita, отдава почит и на изследванията на японския учен Masataka Ogawa, свързани с откритието на елемент 43 (технеций). Колективът коректно посочва, че Masataka Ogawa предлага името на елемент 43 да бъде Nipponium, но тъй като това име никога не е било обсъждано и не е получило поддръжка, работната група на IUPAC/IUPAP счита, че процедурните правила не са нарушени.

Предложеното име на елемент 115, резултат от международното сътрудничество на три лаборатории (Dubna – Livermore – Oak Ridge collaboration), е Moscovium със символ Mc. То произлиза от Московска област, където е разположен Обединеният институт за ядрени изследвания и в който са проведени много синтези на свръхтежки елементи. Институтът се намира в град Дубна, Московска област, но елемент 105 (дубний) вече е получил неговото име.

Трите лаборатории предлагат името на елемент 117 да бъде Tennessine в съответствие с правилото елементите от група 17 да окончат на “-ine” и символът му да бъде Ts. Името е предложено, за да бъде посочен приносът на щат Тенеси (Tennessee), САЩ, където се намират Oak Ridge National Laboratory, Vanderbilt University и the University of Tennessee at Knoxville, в синтеза и изследване на свойствата на свръхтежките елементи. Изотопът $^{249}_{97}\text{Bk}$, използван при синтеза не само на елементи 115 и 117, но и на други свръхтежки елементи, е получаван единствено в Oak Ridge National Laboratory.²⁾ Символът Ts е едно от съкращенията на групата $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2-$ (tosyl), но е било прието, че използването на Ts като символ на елемент 117 не би довело до объркване. Случаят е аналогичен със символи като Ac (символ на елемент 89, Actinium) и Pr (символ на елемент 59, Praseodimium), които се използват и като съкращения на групите acetyl и propyl. Освен това възможната алтернатива Tn не може да бъде използвана, тъй като този символ се използва за изотопа ^{220}Rn (thoron).

За елемент 118 руските и американските изследователи (Dubna – Livermore collaboration) предлагат името oganesson със символ Og. То е признание за приносите на проф. Юри Оганесян от Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна (роден 1933 г.) за синтеза на свръхтежки елементи и за развитието на ядрената физика на свръхтежките ядра, включително и експериментални доказателства за „остров на стабилността“ при свръхтежките

елементи. Окончанието на името е „on”, тъй като елементът принадлежи на 18 група на Периодичната таблица. Елемент 118 е едва вторият елемент, след елемент 106 (сиборгий), който получава име на жив учен. Наименуването на елемент 106 в чест на американския учен Глен Сиборг (1912 – 1999) – пионер в синтеза и изследването на няколко трансуранови елемента (Pu, Am, Cm, Cf), е породило много спорове и дискусии, но в крайна сметка името е одобрено от Съвета на IUPAC през 1997 г. Този прецедент позволява нови елементи, като елемент 118, да получават имена на съвременни учени (Rayner-Canham & Zhang, 2008).

Отделът по неорганична химия на IUPAC е обсъдил направените предложения за имена и символи на четирите елемента и е препоръчал те да бъдат приети. Даден е срок от пет месеца за публично обсъждане (изтекъл на 08.11.2016 г.) преди официалното одобрение от Съвета на IUPAC. Имената на елементи 113, 115, 117 и 118 са одобрени от Бюрото на IUPAC през ноември 2016 г. То е оторизирано за този акт от Съвета на IUPAC на срещата им през 2015 г. (Öhrström & Reedijk, 2016).

В българските имена на елементите от групи 1 – 16 окончанието „ium” е заместено с „ий”. Поради това българското име на елемент 113 би трябвало да бъде „нихоний”, а на елемент 115 – „московий”. В препоръките на IUPAC (Öhrström & Reedijk, 2016) се посочва, че в редица езици (френски, немски, италиански, испански) имената на елементите от група 17 (халогенни елементи) са по-кратки и не включват окончание „ine”. Препоръчва се името *tennessine* да бъде преведено, преобразувано или адаптирано по подходящ начин, за да бъде съвместимо с имената на халогенните елементи в съответния език. Българските имена на елементите от 17 група (флуор, хлор, бром, йод, астат) също нямат окончание „ine”. След като бъде премахнато окончанието „ine”, българското име на елемент 117 би трябвало да бъде преобразувано на „тенес”. Тогава то ще бъде в съответствие с имената на останалите халогенни елементи, но това предложение подлежи на обсъждане от химичната колегия.

Българските имена на елементите от група 18 имат окончание „он”, което съвпада с окончанията на английските им названия. Поради това името на елемент 118 трябва да бъде преведено като „оганесон”.

За първи път, откакто съществува Периодичната таблица, всички елементи, от първи до седми период включително, имат утвърдени имена. Няма незавършени процедури по наименуване на елементи, тъй като засега няма сериозни претенции, свързани със синтеза на елемент 119 или на елемент с по-голям номер. Елементът с номер 119 би бил първият елемент от общо 50 елемента, включени в VIII период на Периодичната таблица.

БЕЛЕЖКИ

1. <https://iupac.org/discovery-and-assignment-of-elements-with-atomic-numbers-113-115-117-and-118/>
2. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01496395.2017.1290658>

ЛИТЕРАТУРА

- Dukov, I. (2016). Superheavy chemical elements 113-118: synthesis, naming and properties. *Chemistry*, 25, 595 – 617 [In Bulgarian].
- Karol, P.J., Barber, R.C., Sherril, B.M., Vardaci, E. & Yamazaki, T. (2016a). Discovery of the elements with atomic numbers $Z = 113$, 115 and 117. *Pure Appl. Chem.*, 88, 139 – 153.
- Karol, P.J., Barber R.C., Sherril, B.M., Vardaci, E. & Yamazaki, T. (2016b). Discovery of the element with atomic numbers $Z = 118$ completing the 7th row of the periodic table. *Pure Appl. Chem.*, 88, 155 – 160.
- Koppenol, W.H. (2002). Naming of new elements. *Pure Appl. Chem.*, 74, 787 – 791.
- Koppenol, W.H., Corish, J., Garcia-Martinez, J., Meija, J. & Reedijk, J. (2016). How to name chemical elements. *Pure Appl. Chem.*, 88, 401 – 405.
- Öhrström, L. & Reedijk, J. (2016). Names and symbols of the elements with atomic numbers 113, 115, 117 and 118. *Pure Appl. Chem.*, 88, 1225 – 1229.
- Rainer-Canham, G. & Zheng, Z. (2008). Naming elements after scientists: an account of a controversy. *Found. Chem.*, 10, 13 – 18.
- Thornton, B.F. & Burdette, S.C. (2013). Up for discussion: naming superheavy halogen and noble elements. *Chem. Intern.*, 35(6), 26 – 27.
- Wapstra, A.H. (1991). Criteria that must be satisfied for the discovery of a new chemical element to be recognized. *Pure Appl. Chem.*, 63, 897 – 886.

**IUPAC APPROVED PERMANENT NAMES
OF THE CHEMICAL ELEMENTS 113, 115, 117 AND 118:
THE SEVENTH PERIOD OF THE PERIODIC TABLE
OF THE CHEMICAL ELEMENTS IS COMPLETED**

Abstract. After the fulfilment of the IUPAC criteria for the discovery of new elements, the priority for the discovery of element 113 has been judged to the RIKEN collaboration team in Japan, the priority for the discovery of elements 115 and 117 – to the Dubna – Livermore – Oak Ridge collaboration and the priority for the discovery of element 118 – to the Dubna – Livermore collaboration. The discoverers proposed names and symbols of the new elements: nihonium for element 113 (symbol Nh); moscovium for element 115 (symbol Mc); tennessine for element 117 (symbol Ts); oganesson for element 118 (symbol Og). After expert and public review, the proposed names and symbols have been approved. The translation of the elements names from English to Bulgarian was commented since direct translation is not always possible. After approval of the names of elements 113, 115, 117 and 118, the seventh period of the periodic table of the chemical elements is complete.

✉ **Prof. Ivan L. Dukov, DSc**

Department of General and Inorganic Chemistry
University of Chemical Technology and Metallurgy
1756 Sofia, Bulgaria
E-mail: idukov@abv.bg