

ДИНАМИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В БД INIS ПО СПЛАВАМ ЦИРКОНИЯ ДЛЯ АКТИВНЫХ ЗОН ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

А.Г. Шепелев, Ю.П. Курило, О.В. Кривченко, Л.Д. Юрченко
Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»,
Харьков, Украина
E-mail: shepelev@kipt.kharkov.ua

Рассмотрен наукометрический анализ мировых информационных потоков в Базе данных INIS по циркониевым сплавам, применяемым для создания активных зон ядерных реакторов водо-водяного типа. Получены данные по динамике публикаций во времени и вкладе конкретных стран, специалисты которых занимаются данной проблематикой. Выявлены типы и языки информационных документов. Проведенный анализ показал, что разработки и исследования сплавов циркония являются актуальными.

ВВЕДЕНИЕ

Малое поперечное сечение поглощения тепловых нейтронов, достаточно высокие механические и коррозионные свойства циркониевых сплавов, а также их хорошая теплопроводность и совместимость с ядерным топливом привели к широкому использованию их в качестве основного конструкционного материала для создания активных зон ядерных реакторов.

Представляет интерес исследовать динамику соответствующих информационных потоков, выяснить, в каких странах и какие именно сплавы разрабатывались, исследовались и применялись, проана-

лизировать типы и языки информационных документов.

Для анализа нами использовалась специализированная База данных (БД) МАГАТЭ INIS, создаваемая кооперативными усилиями всех государств – членов МАГАТЭ (в настоящее время – это 159 стран). Эта БД характерна тем, что она включает значительное количество так называемой «серой литературы» (отчеты, диссертации, патенты).

Надо отметить, что основные циркониевые сплавы, применяемые в атомном реакторостроении водо-водяного типа (табл. 1), разрабатывались в США, СССР, Франции, Японии и Ю. Корее.

Таблица 1

Основные циркониевые сплавы активных зон реакторов водо-водяного типа

Наименование	Концентрация примеси, %								Разработчик
	Sn	Nb	Fe	Cr	Ni	Cu	V	O ₂	
Zircaloy-2	1,2-1,7	–	0,07-0,2	0,05-0,15	0,03-0,08	–	–	0,1-0,14	США
Zircaloy-4	1,2-1,7	–	0,18-0,24	0,07-0,13	–	–	–	0,1-0,14	США
M-4	0,5	–	0,6	–	–	–	0,3	0,12	Франция
E110	–	0,9-1,1	0,014	<0,003	0,0035	–	–	0,05-0,07	СССР
E125	–	2,5	–	–	–	–	–	0,06	СССР
Alloy-Zr97Nb3	–	2,4-2,8	< 0,15	–	–	–	–	0,09-0,13	Канада
M5	–	0,8-1,2	0,015-0,06	–	–	–	–	0,09-0,12	Франция
HANA-6	–	1,1	–	–	–	0,05	–	0,12	Ю. Корея
E635	1,1-1,4	0,9-1,1	0,3-0,5	–	–	–	–	0,05-0,07	СССР
Zirlo	0,7-1,0	1,0	0,1	–	–	–	–	0,12	США
NDA	1,0	0,1	0,3	0,2	–	–	–	0,12	Япония
MDA	0,8	0,5	0,2	0,1	–	–	–	0,12	Япония
HANA-4	0,4	1,5	0,2	0,1	–	–	–	0,12	Ю. Корея

Динамика информационных потоков по циркониевым сплавам в БД INIS приведена на рис. 1 (сплавы с преобладающим содержанием олова), рис. 2 (сплавы с преобладающим содержанием ниобия) и рис. 3 (сплавы с оловом и ниобием). Видно, что рост исследований некоторых сплавов происходит плавно, в то время как для других сплавов (M4,

E110, M5, NDA, MDA) характерны периоды резкого роста исследований. Несмотря на то, что практически все публикации посвящены комплексному исследованию многих свойств одновременно, выяснилось, что для всех рассмотренных сплавов преобладают работы по проблематике действия облучения и коррозии (больше 70%).

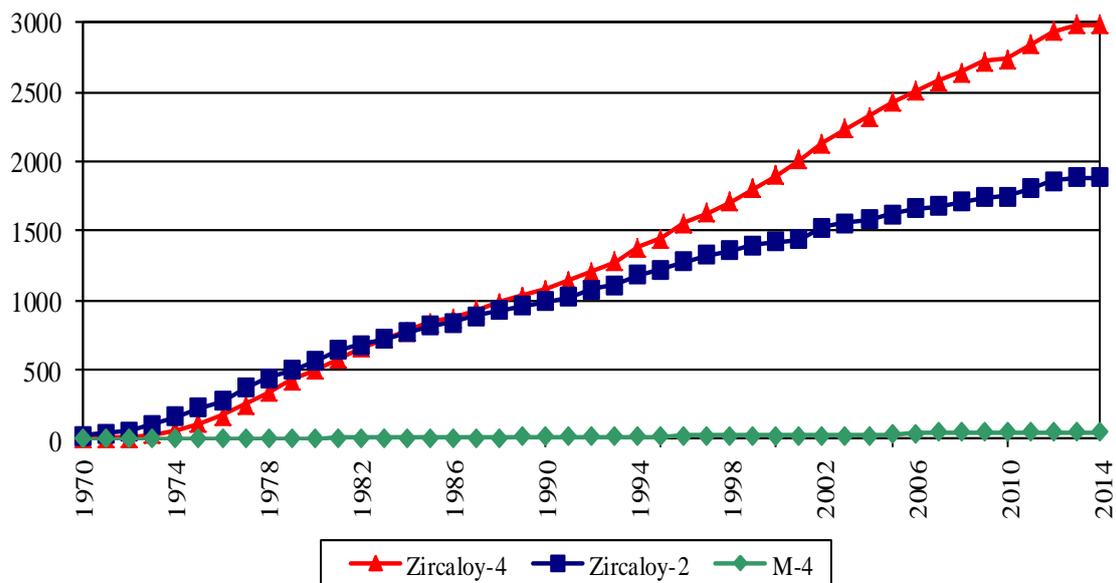


Рис. 1. Кумулятивный рост числа публикаций по циркониевым сплавам с примесью олова

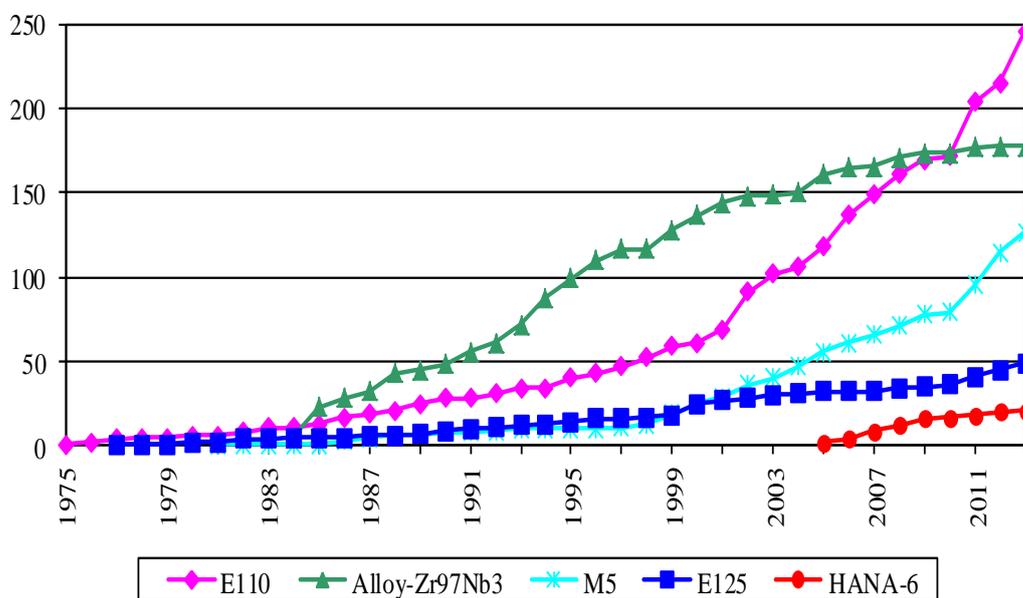


Рис. 2. Кумулятивный рост числа публикаций по циркониевым сплавам с примесью ниобия

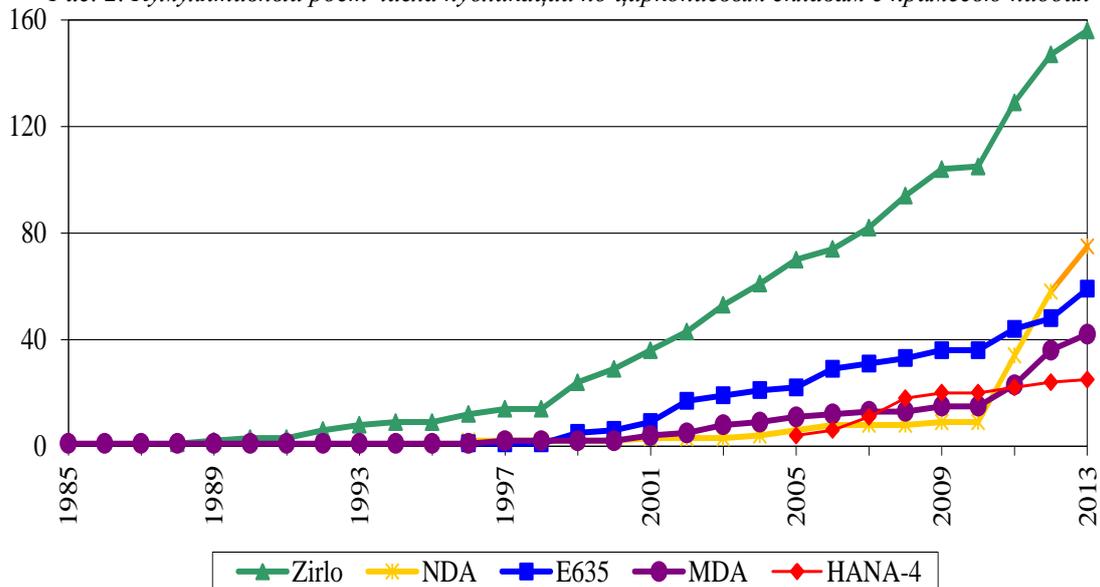


Рис. 3. Кумулятивный рост числа публикаций по циркониевым сплавам с примесью олова и ниобия

СПЛАВЫ ЦИРКОНИЯ С ПРИМЕСЬЮ ОЛОВА

На рис. 4 показаны страны, специалисты которых разрабатывали и исследовали сплавы с преобладающим содержанием примеси олова.

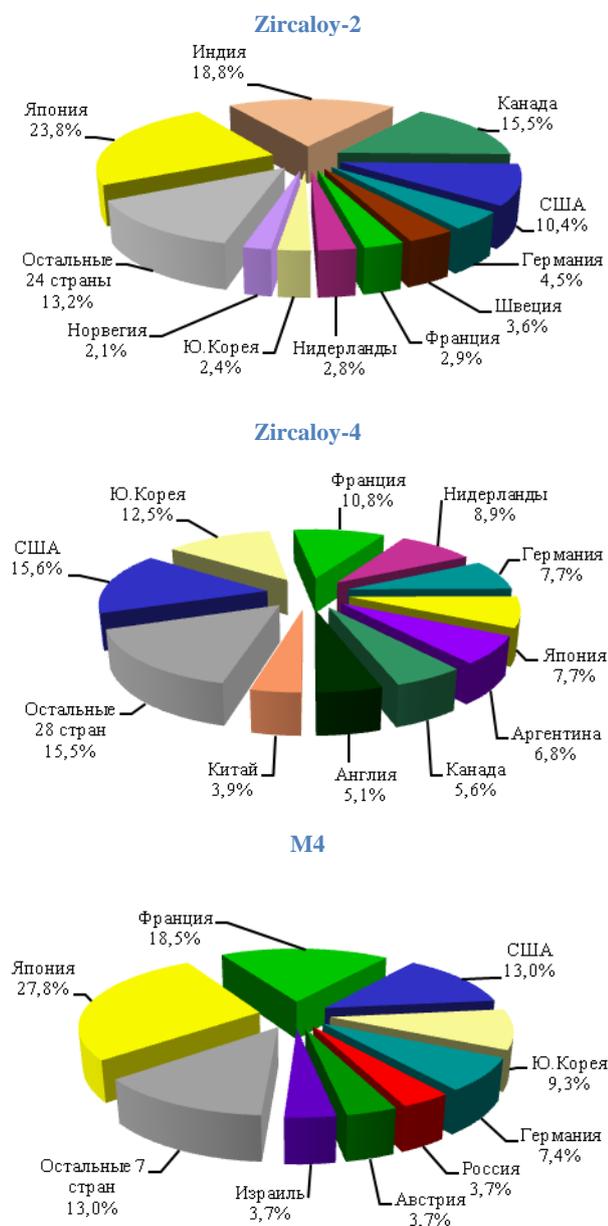


Рис. 4. Распределение публикаций различных стран по сплавам циркония с примесью олова

По сплаву Zircaloy-2 лидерами публикаций являются Япония, Индия и Канада; по сплаву Zircaloy-4 – США, Ю. Корея, Франция; по сплаву M4 – Япония, Франция и США.

Как видно из рис. 5, основными публикациями по сплавам Zircaloy-2 и Zircaloy-4 являются труды конференций, статьи и отчеты. Основной язык публикаций – английский (84 и 72% соответственно), имеются публикации на японском (~7 и 3,5% соответственно), немецком (1,7 и 3,8% соответственно), французском (1,4 и 6% соответственно), русском (1,3%) и еще на 12 других языках.

Интересно, что по сплаву M4 основные типы публикаций – труды конференций, отчеты и статьи.

Основной язык публикаций – английский (71%), имеются публикации на французском, корейском и чешском (по ~8%), русском (~4%), китайском (~2%) языках.

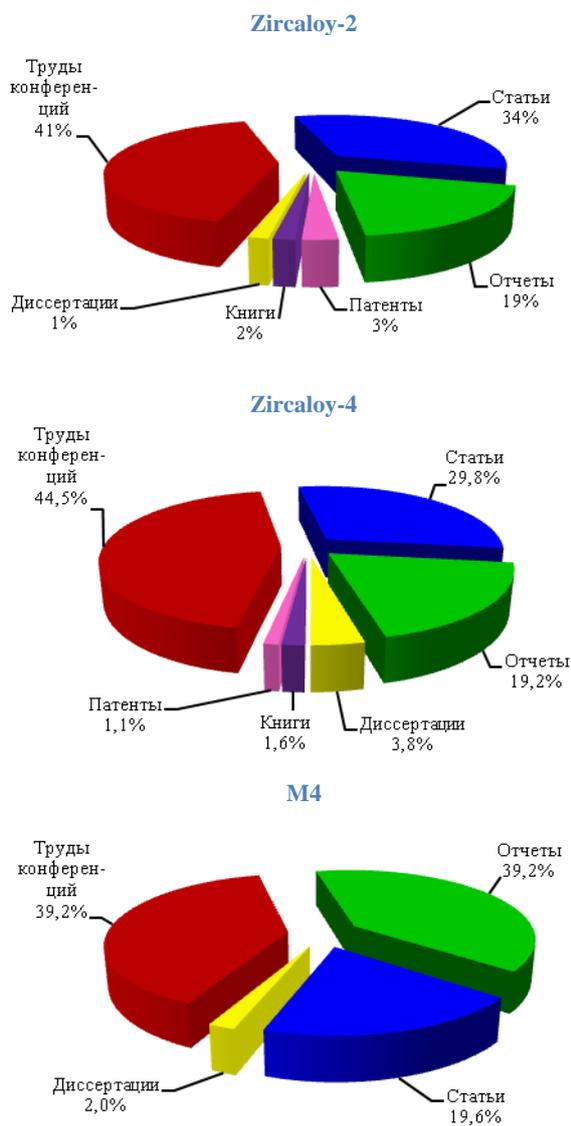


Рис. 5. Относительный вклад типов публикаций по сплавам циркония с примесью олова

СПЛАВЫ ЦИРКОНИЯ С ПРИМЕСЬЮ НИОБИЯ

На рис. 6 приведены страны, специалисты которых проводили разработки и исследования сплавов с преобладающим содержанием в качестве примеси ниобия. Лидерами таких работ по сплаву E110 являются: Украина, Болгария и Россия; по сплаву E125 – Россия, Украина и СССР; по сплаву alloy-Zr97Nb3 – Канада, Румыния и Япония; по сплаву M5 – Франция, Ю. Корея, Япония и США; по сплаву HANA-6 – Ю. Корея.

При этом (рис. 7) публикации по сплаву E110 представлены в основном трудами конференций, статьями и отчетами. Основными языками публикаций являются английский (63%), русский (29%), имеются публикации на чешском (~5%), французском (~1%) и трех других языках.

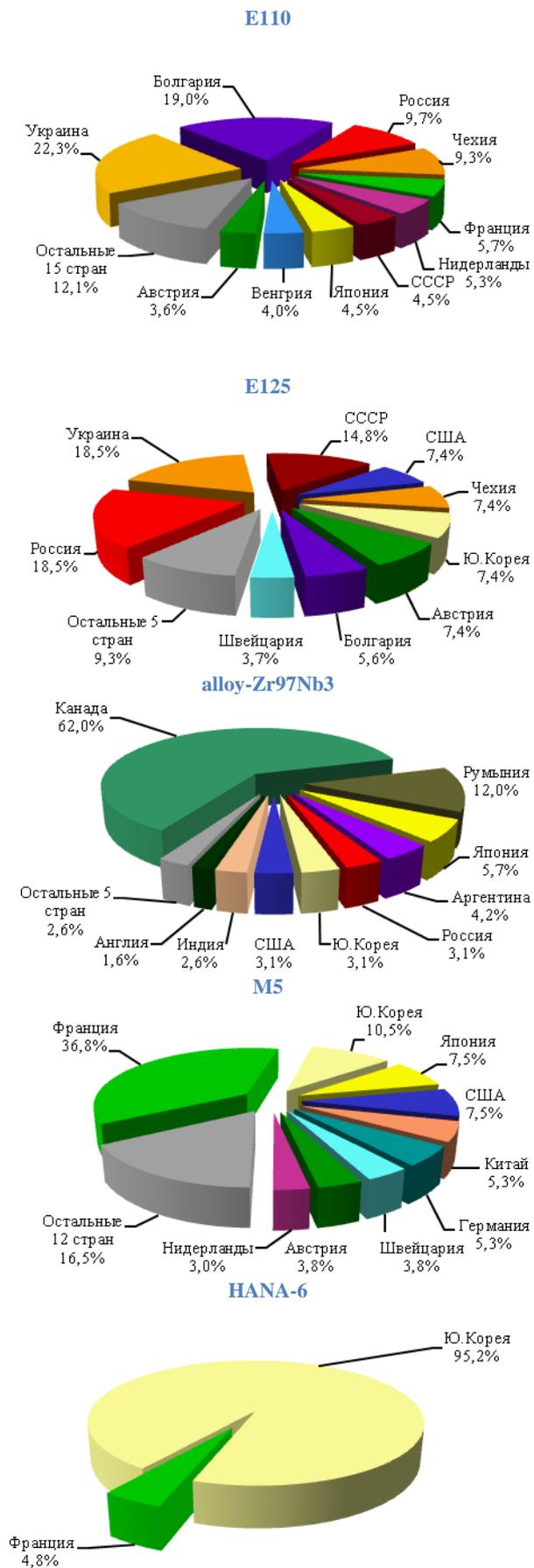


Рис. 6. Распределение публикаций различных стран по сплавам циркония с примесью ниобия

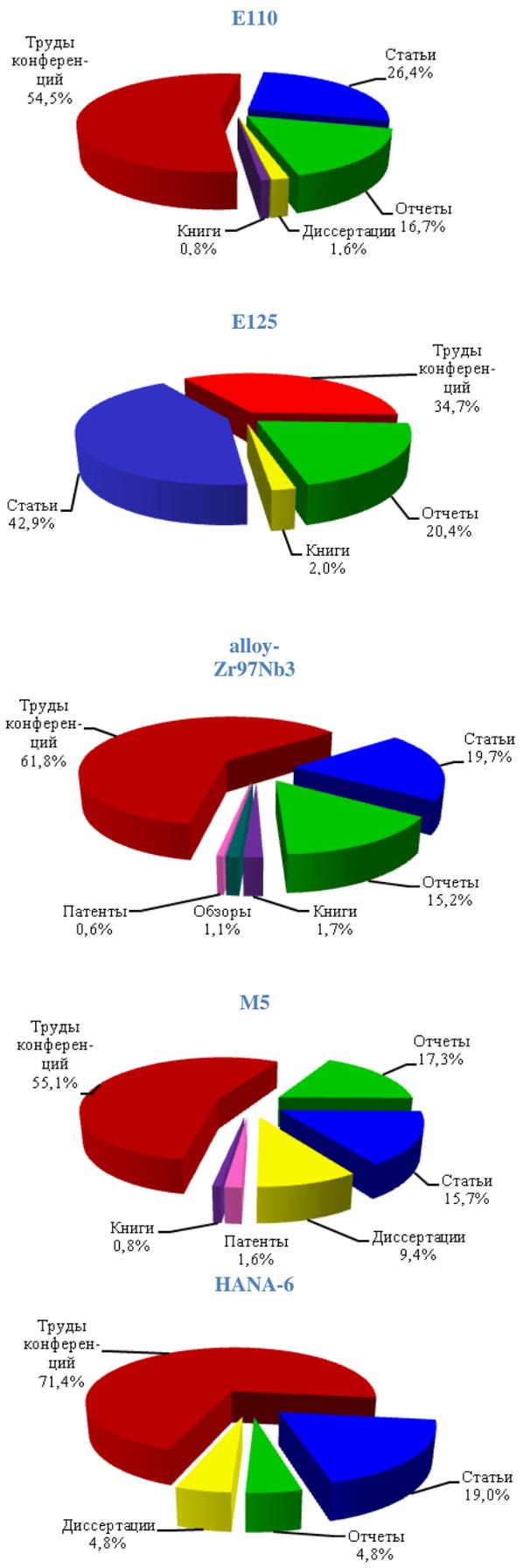


Рис. 7. Относительный вклад типов публикаций по сплавам циркония с примесью ниобия

По сплаву E125 (см. рис. 7) основные документы публикаций – статьи, труды конференций и отчеты. Основные языки публикаций – английский (48%) и русский (40%), есть публикации на корейском (~ 8%), литовском и румынском (по ~ 2%) языках.

По сплаву alloy-Zr97Nb3 (см. рис.7) основной тип публикаций – труды конференций, статьи и отчеты. Основной язык публикаций – английский (88%), имеются публикации на русском, японском, корейском, румынском, испанском (~ 2,2 %), китайском и французском (по ~ 0,6%) языках.

Основные документы публикаций по сплаву M5 – труды конференций, отчеты и статьи (см. рис. 7). Основной язык публикаций – английский (70%), есть работы на французском (15%), корейском (6%), русском и немецком (по 3%), китайском (2,4%) языках.

По сплаву HANA-6 – основные типы публикаций – труды конференций, статьи (см. рис. 7). Основной язык публикаций – английский (90%), присутствуют публикации на французском и корейском языках (по 4,8%).

СПЛАВЫ ЦИРКОНИЯ С ПРИМЕСЬЮ ОЛОВА И НИОБИЯ

Вклад специалистов разных стран в публикации по сплавам с примесью ниобия и олова показан на рис. 8.

Как видно, лидерами по сплаву E635 являются Россия и Болгария; по сплаву Zirlo лидеры публикаций – Ю. Корея, Франция и США. Лидеры по сплаву NDA – Франция, Австрия, Япония и США; по сплаву MDA – Япония, Ю. Корея, Франция и Австрия; по сплаву HANA-4 – Ю. Корея.

Из рис. 9 видно, что основными видами публикаций по сплаву E635 являются труды конференций и статьи. Основной язык публикаций – английский (86%), есть публикации на русском (7%), корейском и немецком (по 3%) языках.

По сплаву Zirlo основной тип публикаций – труды конференций, статьи и отчеты. Основной язык публикаций – английский (72%), имеются публикации на корейском (18%), французском (5%), испанском (3%), немецком (2%), русском и китайском (по 0,6%) языках.

Интересно, что по сплавам NDA и MDA основные типы публикаций – отчеты и труды конференций. Стоит отметить, что наибольшее число диссертаций по всем рассмотренным нами циркониевым сплавам посвящено сплаву MDA (около 12% информационных документов). Основным языком публикаций по сплавам NDA и MDA является английский (72 и 76% соответственно), имеются публикации на французском, корейском, японском, немецком и других языках.

По сплаву HANA-4 основные виды публикаций – труды конференций и статьи. Основной язык публикаций – английский (88%), есть публикации на французском (8%) и корейском (4%) языках.

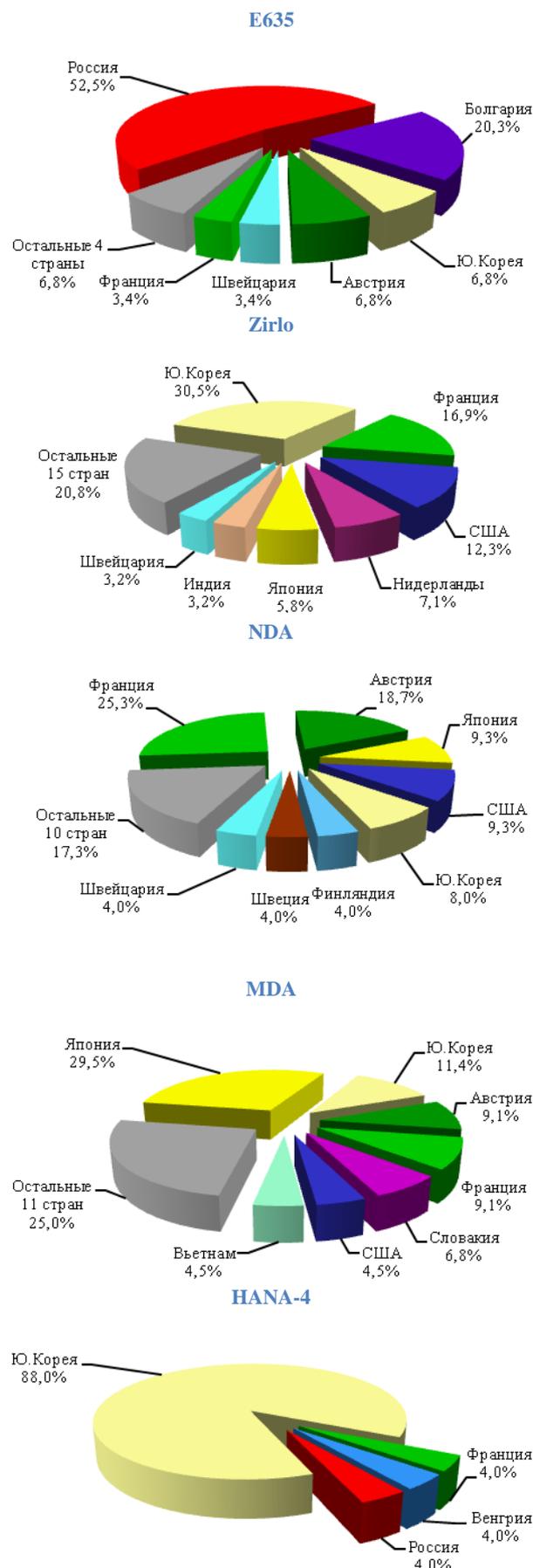


Рис. 8. Распределение публикаций различных стран по сплавам циркония с примесью олова и ниобия

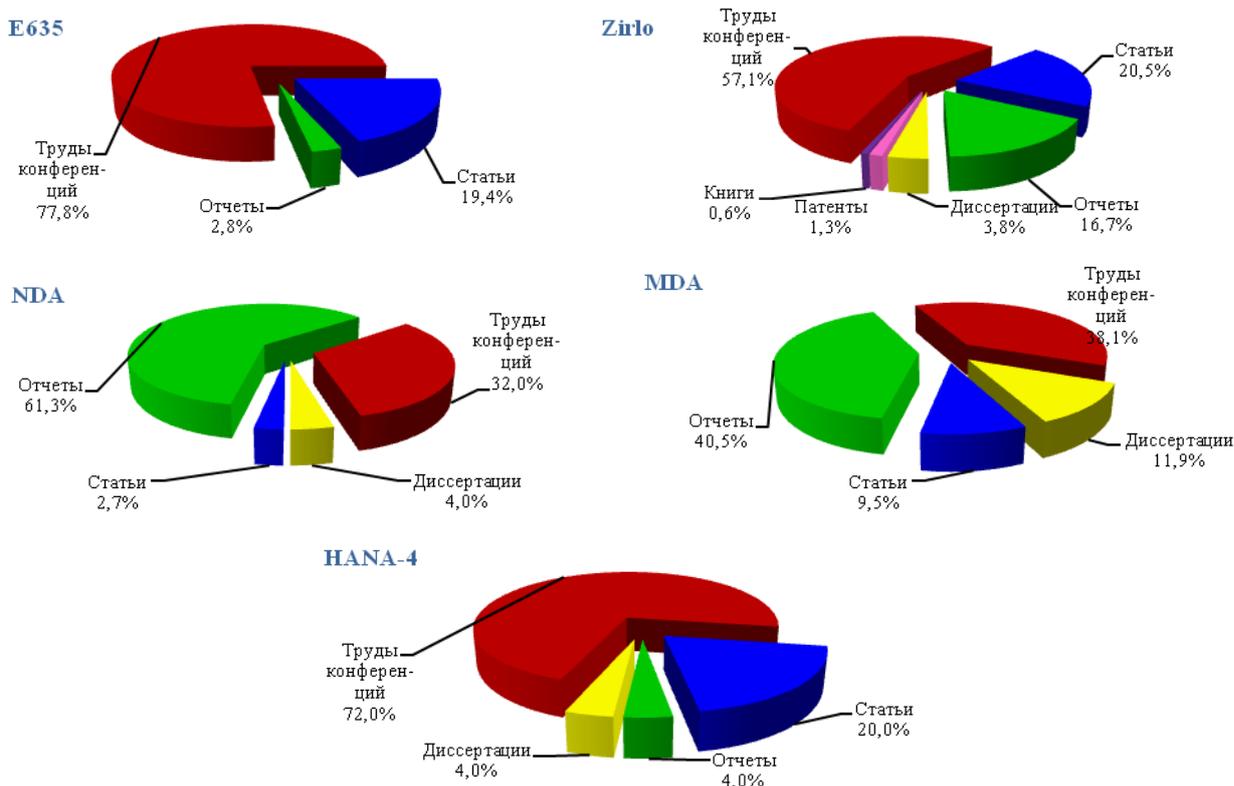


Рис. 9. Относительный вклад типов публикаций по сплавам циркония с примесью олова и ниобия

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал, что проблема разработки и исследования материалов для активных зон ядерных реакторов является актуальной. Это видно из того, что сплавы циркония с примесью олова (см. рис. 4), ниобия (см. рис. 6) и совместно олова и ниобия (см. рис. 8) разрабатывают и исследуют специалисты многих стран (максимально 38 стран). Об этом же свидетельствует то существенное обстоятельство, что значительная часть публикаций относится к трудам конференций (порой до 78% всего информационного потока).

Авторы признательны Н.Н. Пилипенко и Т.П. Черняевой за полезное обсуждение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.М. Воеводін. Сучасний статут цирконієвих матеріалів в ядерній енергетиці // *Вісник НАН України*. 2012, №7, с. 18-20.
2. В.А. Белоус, В.Н. Воеводин, В.И. Змий и др. *Современный статус конструкционных материалов ядерных реакторов*: Препринт ХФТИ 2013-1. Харьков: ННЦ ХФТИ, 2013, 76 с.

Статья поступила в редакцию 25.09.2014 г.

ДИНАМІКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ У БД ІNIS ПО СПЛАВАМ ЦИРКОНІЮ ДЛЯ АКТИВНИХ ЗОН ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ

А.Г. Шепелєв, Ю.П. Курило, О.В. Кривченко, Л.Д. Юрченко

Розглянуто наукометричний аналіз світових інформаційних потоків у Базі даних INIS з цирконієвих сплавів, що застосовуються для створення активних зон ядерних реакторів водо-водяного типу. Отримано дані з динаміки публікацій в часі і внески конкретних країн, фахівці яких займаються даною проблематикою. З'ясовано типи і мови інформаційних документів. Проведений аналіз показав, що розробки і дослідження сплавів цирконію є актуальними.

DATA FLOW DYNAMICS IN THE INIS DATABASE ON ZIRCONIUM ALLOYS FOR NUCLEAR REACTOR CORES

A.G. Shepelev, Yu.P. Kurilo, O.V. Krivchenko, L.D. Yurchenko

The paper is concerned with scientometric analysis of the world information flows in the INIS Database on zirconium alloys used for creating nuclear cores of water-moderated water-cooled reactors. Information has been obtained on the dynamics of publications through time, with specification of contributions from particular countries, whose specialists are engaged in the given range of problems. Types and languages of information documents are determined. The analysis has demonstrated the development and studies of zirconium alloys to be of current interest.