

Наукометрическое исследование развития работ по малоактивируемым материалам для термоядерного реактора

© Алена М.В., Колотов В.П.

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
aleniina@geokhi.ru

Аннотация

Проведен наукометрический анализ информационного потока в области разработки малоактивируемых материалов (МАМ). Анализ показал, что наиболее важные направления в области МАМ, дающие основной вклад в увеличение информационного потока, связаны с изучением свойств МАМ, оценками активации, технологиями МАМ, микроструктурными исследованиями материалов и конструкционными вопросами разработки термоядерного реактора. Не менее 80% публикаций в ведущих журналах по этой теме цитируется. Период удвоения информации составляет 11,5 лет. Сделан прогноз о дальнейшем развитии данной области материаловедения.

1 Введение

Одной из главных задач наукометрии является изучение состояния развития науки и техники в той или иной области путем анализа потоков научной информации. Некоторые авторы [2-3, 6] предлагают для оценки развития какого-нибудь направления в науке (а также прогнозирования трендов его дальнейшего развития) использовать многоаспектный анализ информации, т.к. считают, что одного-двух количественных параметров возможно не достаточно. В данной работе представлена оценка одного из направлений современного материаловедения, связанного с разработкой экологически безопасных конструкционных материалов, отличающихся ускоренным спадом наведенной радиоактивности или малоактивируемых материалов (МАМ) для термоядерного реактора, международный проект по строительству которого сейчас активно развивается.

Труды 11^й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» - RCDL'2009, Петрозаводск, Россия, 2009.

2 Результаты и обсуждение

Наукометрический анализ информации по МАМ проводили в два этапа. Первый этап включал сбор тематической информации путем запроса по ключевым словам к реферативной базе научных публикаций SCOPUS [5] и дальнейший её анализ. Хронологический охват с 1960г. по настоящее время. Учитывая, что наиболее весомые источники подробной информации — это статьи в периодических журналах [7], поиск был ограничен тремя ведущими журналами, публикующими основные работы по исследуемой теме:

- ✓ Journal of Nuclear Materials;
- ✓ Fusion Engineering and Design;
- ✓ Fusion Technology.

Поисковая система по запросу «(low activation materials) OR (reduced activation materials)» дала 525 публикаций. Экспертная оценка рефератов публикаций показала, что 2% полученной информации не относится к теме по МАМ. Столь малая величина случайно попавшей непрофильной информации объясняется корректным выбором тематических журналов. Полученные данные были загружены в таблицу базы данных MS Access для последующей обработки.

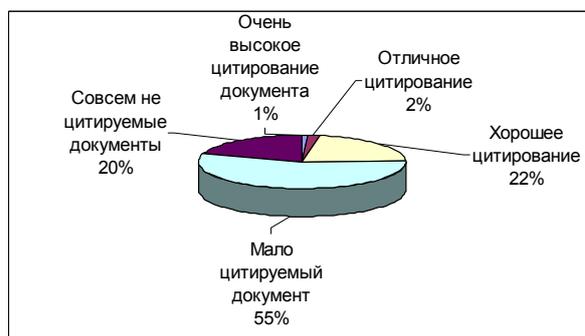


Рис.1 Распределение публикаций по категориям цитируемости.

Одно из достоинств базы данных SCOPUS – это наличие информации по цитированию статей. Согласно работе [2] все публикации могут быть разделены по категориям цитируемости. На Рис.1

представлено распределение полученных публикаций по категориям цитируемости (где k – количество цитирований, приходящихся на статью):

- совсем не цитируемые статьи ($k=0$);
- мало цитируемые статьи ($1 \leq k < 10$);
- хорошее цитирование ($10 \leq k < 40$);
- отличное цитирование ($40 \leq k < 90$);
- очень высокое цитирование статьи ($k \geq 90$).

Из Рис.1 видно, что 80% опубликованной информации данного направления материаловедения востребовано и, следовательно, наблюдается заметный обмен идеями.

Из общего информационного потока по МАМ также исключены статьи 2009 г. (т.к. год ещё не завершен и полной информации о нем нет). В Табл.1 приведена суммарная статистика по статьям, авторам и авторству в области разработки МАМ за период 1981-2008гг. В данном случае под авторством понимают общую сумму имён авторов за рассматриваемый период времени. Например, в 2001 году Иванов опубликовал 2 статьи, Петров – 3 статьи. В этом примере количество авторов равно 2, а авторство – 5.

Таблица 1 Суммарная статистика по статьям, авторам и авторству в области разработки МАМ.

Годы	Кол-во статей	Кол-во авторов	Авторство
1981	2	9	9
1982	1	2	2
1983	1	8	8
1984	10	47	47
1985	15	48	51
1986	17	52	53
1987	2	8	8
1988	14	39	44
1989	13	37	45
1990	5	11	11
1991	27	78	82
1992	32	105	117
1993	11	41	62
1994	34	116	134
1995	14	43	45
1996	35	118	128
1997	7	34	34
1998	52	176	232
1999	9	30	30
2000	53	220	272
2001	22	96	106
2002	34	137	164
2003	11	48	55
2004	4	16	16
2005	16	91	97
2006	26	130	170
2007	28	127	150
2008	18	82	91

Проведена оценка полученных результатов с точки зрения производительности авторов и их совместной деятельности (кооперативности), как предложено в статье [3]. На Рис.2 приведен ряд трендов:

- производительности: как по полной сумме (full count) – отношению авторства к количеству авторов за рассматриваемый год, так и по частичной сумме (fractional count) – отношению количества публикаций за год к количеству авторов, опубликовавших эти статьи;
- кооперативности – отношению авторства к количеству публикаций за рассматриваемый год.

Авторы работы [1] считают, что частичная сумма отражает степень сотрудничества учёных в научных исследованиях, тем самым объединяя оба аспекта: производительность и кооперативность. График кооперативности (Рис.2) носит явно колебательный характер. На некоторых временных отрезках, на графиках наблюдаются синхронные изменения. Так, например, рост совместной деятельности специалистов в области МАМ с 1990г. по 1993г. (а также с 2004г. по 2006г.) сопровождается одновременным увеличением производительности (по полной сумме) с последующим снижением обоих параметров. В последнее время наблюдается снижение кооперативности, в то время как производительность по частичной сумме не изменяется.

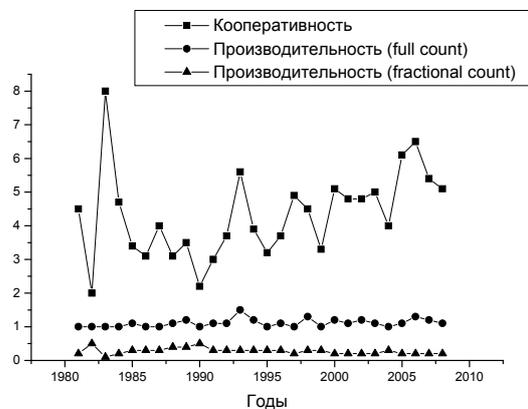


Рисунок 2 Тренды производительности и кооперативности авторов в области разработки МАМ.

Очевидно, что приведенного выше материала явно недостаточно ни для составления картины развития выбранной нами области материаловедения, ни для прогнозирования дальнейшего её существования. Необходим более детальный анализ. Поэтому второй этап исследований представляет собой наукометрический анализ информации, хранящейся в специализированной библиографической базе данных по МАМ, разработанной авторами данной статьи.

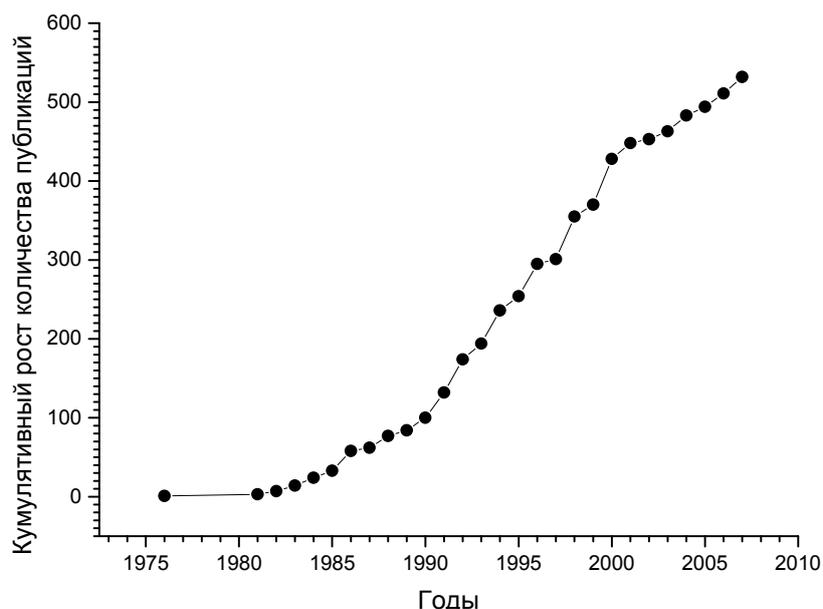


Рисунок 3 Кумулятивный рост публикаций в журналах по МАМ.

Наполнение базы данных проходило путем анализа и последующей индексацией текстовой библиографической информации, полученной в результате запроса к таким известным базам данных, как INIS¹, COMPENDEX², SCI³. Хронологический охват с 1976г. по 2008г. База данных содержит около 800 записей, охватывающих различные типы публикаций – книги, труды и тезисы конференций, лабораторные отчёты, статьи в журналах (46 журналов), а также рефераты публикаций.

На Рис.3 приведена динамика роста публикаций в журналах во времени (1976-2008гг.). Как видно, логистическая кривая не выходит на «плато», что свидетельствует о продолжающемся сравнительно быстром развитии этой специфической области материаловедения. Однако, период удвоения информации увеличился по сравнению с ранее полученными данными [7] с 4,5 года до 11,5 лет.

В Табл.2 представлено распределение информации, опубликованной в различных журналах по МАМ между странами. Очень сильный рывок за последние 10 лет сделали ученые из Германии и Франции. Такой скачок можно объяснить началом строительства международного термоядерного реактора, на территории Франции в Кадараше (Cadarache). Также появились новые страны-участники: Китай и Испания, вносящие свой вклад (по 3% каждая) в развитие МАМ. Расширение круга заинтересованных организаций по данной проблеме может быть связано и с подписанием в 2006 году Соглашения⁴ о реализации проекта ИТЭР между Россией, Китаем, Европейским Союзом, Индией, Кореей, Японией и США.

Таблица 2 Распределение информационного потока по МАМ между странами, в %.

№ п/п	1976-1997гг.		1998-2008гг.	
	Страна	%	Страна	%
1	США	39,8	Япония	29,7
2	Япония	27,7	Германия	14,5
3	Италия	8,8	США	13
4	Германия	7	Италия	9,3
5	Англия	5,5	Франция	7,4
6	Россия	4	Россия	6,3
7	Франция	0,9	Англия	5,2
8	-	-	Китай	3,3
9	-	-	Испания	3

Учитывая, что действительная модель потока информации в специфической области науки может быть представлена как мульти-логистическая кривая [4], ранее [7] было выдвинуто предположение, что следующий подъем кумулятивного роста публикаций будет связан с развитием технологии МАМ. Из Рис.3 видно, что начиная с 1997 года действительно можно наблюдать дальнейший кумулятивный рост количества публикаций. Анализ показал, что наиболее важные направления в области МАМ, дающие основной вклад в ее развитие, связаны с изучением свойств МАМ, оценкой активации, технологией МАМ, микроструктурными исследованиями материалов и конструкционными вопросами ТЯР (Рис.4). Правда, в последние годы кумулятивный рост публикаций вызван не

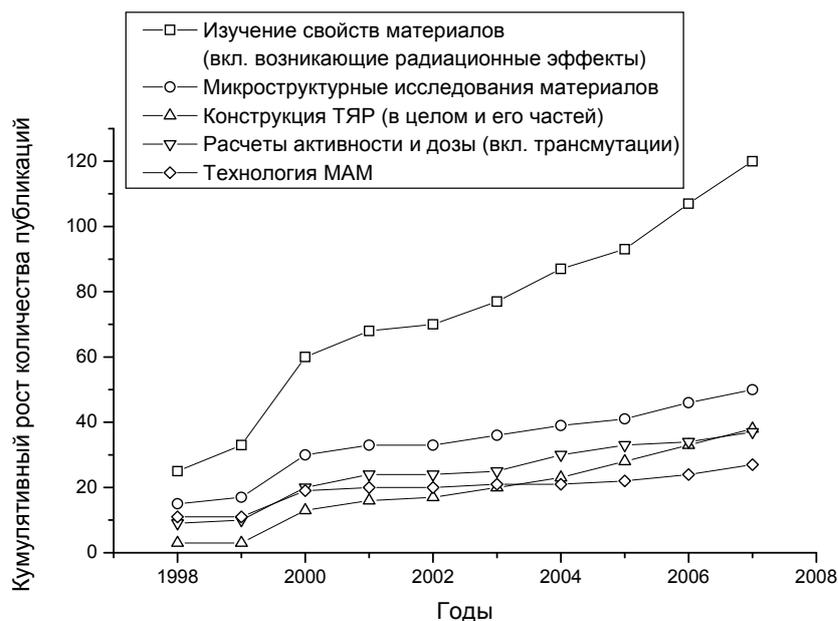


Рисунок 4 Вклад наиболее важных направлений в области развития МАМ.

развитием технологии МАМ, а повышенным интересом к конструкционным особенностям реактора, исследованиям свойств и микроструктуры материалов, моделированию и роли дефектообразующих факторов при облучении.

В специализированной базе данных по МАМ при классификации публикаций по свойствам материалов были выделены следующие индексированные кластеры:

- изучение свойств материалов (механических, физических и т.п.);
- эффекты, возникающие при нейтронном облучении материалов (радиационные дефекты, радиационное охрупчивание, распухание и т.п.).

Эти кластеры, в свою очередь, включают ещё более детальную разбивку на темы. В Табл.3 приведено распределение публикаций за 1998-2007гг по темам. Как известно, механические свойства конструкционных материалов (металлов, сплавов, керамики и др.) устанавливают механическими испытаниями, целью которых чаще всего является нахождение связи между приложенными механическими напряжениями к материалу и его деформацией. Не удивительно, что 55% информации раздела связано с исследованиями механических и термомеханических свойств материалов для ТЯР.

Таблица 3 Распределение публикаций по разным темам.

Количество публикаций, в %	Название темы
55,1	механические (включая термомеханические) свойства
10,2	охрупчивание материала
6,1	коррозия материала
4,8	радиационное упрочнение
3,4	распухание
2,7	термические свойства
2	эрозия материала
5,4	радиационные дефекты/повреждения
2	физические свойства
8,1	другие

3. Заключение

Наукометрический анализ тематических баз данных или коллекций более продуктивен для описания состояния и перспектив дальнейшего развития выбранной области науки. В тоже время исследования связанные с цитируемостью работ, возможны только, благодаря таким крупным базам данных, как SCOPUS, SCI или «Web of Sciences». Двухэтапный наукометрический анализ информационного потока по МАМ показал:

1. Несмотря на увеличение периода удвоения информации до 11,5 лет кумулятивный рост количества публикаций позволяет сделать оптимистичный прогноз по перспективам развития этой специфической области материаловедения.
2. 80% публикаций в ведущих журналах цитируется, что свидетельствует об их эффективности и дает возможность не только для поддержания развития данного

направления материаловедения, но и для обмена идеями.

3. Снижение кооперативности в последние годы не повлияло на производительность авторов.

Литература

- [1] Ajiferuke I, Burell Q., Tague J. Collaborative coefficient: A single measure of the degree of collaboration in research. *Scientometrics*, 1988, vol.14, No.5-6, p.421-433.
- [2] Braun T., Glanzel W., Schubert A. Evaluation of citedness in analytical chemistry: How much is much? *Analytical Proceedings*, 1990, vol.27, p.38-41.
- [3] Braun T., Glanzel W., Schubert A. Publication and cooperation patterns of the authors of neuroscience journals. *Scientometrics*, 2001, vol.51, No.3, p.499-510.
- [4] Stromberg A.G., Orient I.M., Svishhenko N.M. Development of analytical chemistry in 1955-1981. A scientometric study. *Zh. Analyt. Khim.*, 1984, vol.39, No.9, p.1704-1707.
- [5] База данных SCOPUS.
<http://www.scopus.com/scopus/home.url>
- [6] Гарфилд Ю. Можно ли выявлять и оценивать научные достижения и научную продуктивность? *Вестник Академии наук СССР*, 1982, № 7, с.42-50.
- [7] Колотов В.П., Аленина М.В., Иванов Л.И. Наукометрический анализ информационного потока в области развития малоактивируемых материалов для атомных и термоядерных установок. *Перспективные материалы*, 1998, №5, с.50-53.

Scientometric investigation on development of works on development of low activation materials for fusion reactor

Alenina M.V., Kolotov V.P.

Scientometric analysis of the information flux in the field of development of low activation structural materials (LAM) for fusion reactor has been done. The analysis showed that the directions dealing with investigation of materials properties, estimation of activation, technology of LAM, investigation of microstructure evolution of materials and questions of fusion reactor construction display the most important contribution in the information flux in the field of LAM. Not less than 80% publications in the leading journals on the development of low activation materials are citing. The period of the information doubling is 11,5 years. Prognostication of some trends of this field of material science has been done.

¹INIS - Международная информационная система по ядерной энергетике, которая охватывает мировую научно-техническую литературу по ядерным исследованиям и технологиям. Её генератором является Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) в Австрии.

²COMPENDEX - Компьютеризованный указатель технической литературы, который содержит библиографию технических журналов и трудов конференций из всех стран мира. Его генератором является фирма "Техническая информация" в США.

³SCI - Science Citation Index политематическая база данных по естественным наукам, медицине и с/х. Охватывает 3500 периодических изданий (мировой поток).

⁴Соглашение о создании Международной организации ИТЭР по термоядерной энергии для совместной реализации проекта ИТЭР и других международных договоров, направленных на реализацию указанного Соглашения (Распоряжение Правительства РФ от 04.09.06г. №1234-п).