

УДК 347.77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПАТЕНТНОЙ АНАЛИТИКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИННОВАЦИЙ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ КАРКАСОВ В БИОСЕНСОРИКЕ

Саранин С. А. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
университет ИТМО»)

Научный руководитель – В. В. Иващенко (Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский
университет ИТМО»)

Введение

Металлоорганические каркасы (MOF) представляют собой класс синтетических материалов, состоящих из ионов металла и органических компонентов (лигандов), связанных с помощью координационных связей. Область их применения обширна: начиная с энергетики, где они используются в качестве суперконденсаторов и аккумуляторных батарей [11], и заканчивая системами доставки лекарств, биовизуализации и биосенсорике [2], [6]. В связи с чем в настоящее время наблюдается высокий интерес к MOF [5] и продолжается активное исследование их свойств и разработка новых более совершенных материалов на их основе.

Одной из главных причин интереса к MOF является их потенциал в области биотехнологии и медицины – они могут использоваться для разработки биосенсоров, способных обнаружить ионы и молекулы внутри живого организма [3], что активно используется в клинических анализах и для диагностики заболеваний [8]. Поэтому на сегодняшний день существуют многообразие модификаций MOF с различными техническими характеристиками [4], [9].

Несмотря на то, что научные статьи содержат значительный объем информации об инновациях в MOF, используемых в биосенсорике, патентная информация обладает большей уникальностью, содержит более детальные описания технических решений и подтверждена государственным документом. Таким образом патенты включают критически важную техническую информацию о технологиях, анализ которой может быть полезен для многих специалистов, работающих в данной области: ученых-химиков, которые ищут пути оптимизации синтеза наночастиц, биотехнологов, которые работают над инкапсуляцией MOF и их быстрой и безвредной доставкой к цели в живом организме, руководителей инновационных проектов с биотехнологической направленностью, которые могут использовать результаты анализа для описания рынка. Кроме того, в Университете ИТМО сегодня проводится множество исследований в области нанотехнологий и реализуются программы сопровождения и поддержки инновационных проектов, в основе которых лежат эти технологии, в связи с чем данное исследование может считаться полезным для принятия решений по некоторым вопросам управления и коммерциализации интеллектуальной собственности.

Патентная аналитика представляет собой обширную область проведения глубоких исследований количественной и качественной информации, содержащейся в патентах. Главные преимущества патентной аналитики состоят в возможности получения комплексной оценки состояния конкретной технологии, включая ключевые тенденции и направления развития технологии, технический уровень, инновационный потенциал, соотношение лидеров, отстающих и наиболее перспективных субъектов в создании инноваций, а также изменение перечисленных факторов во времени.

Основная часть

С помощью методов патентной аналитики исследуется состояние инноваций в области MOF, применяемых в биосенсорике. В основе исследования лежит методология разработки патентных ландшафтов Проектного офиса Федеральной службы по интеллектуальной собственности (ФИПС) [1]. В ходе проведенного исследования была составлена предметная область и описание объекта исследования, определена поисковая стратегия, сформирован поисковой запрос, проведен поиск и сформирована патентная коллекция, выполнен количественный и качественный анализ документов.

Поисковая стратегия основана на проведение тематического поиска с использованием индексов МПК (IPC) [10]. Анализируемый временной период: 2010–2023 гг.

В качестве основного поискового и аналитического инструмента использовались поисковая система компании Questel «Orbit Intelligence», а также патентная база данных Европейского патентного ведомства (EPO) – «ESPACENET».

В ходе проведенного анализа исследовались:

- динамика патентования в области биосенсорики;
- патентная активность лидеров-патентообладателей;
- распределение патентных семейств по правовому статусу лидеров-патентообладателей;
- цитирование патентов внутри коллекции;
- распределение патентных семейств по индексам МПК.

Для определения основных мировых и региональных тенденций патентования с помощью серий поисковых запросов была сформирована патентная коллекция, содержащая более 150 патентных документов, охватывающих такие технические аспекты применения MOF в биосенсорике, как типы MOF (номенклатура), способы синтеза, функциональное применение и способы детекции целевых элементов, компоненты наноструктур и модификация поверхности. Указанные свойства анализировались путем пересмотра документов, а также использования индексов МПК для отнесения изобретения к той или иной технологической группе.

Анализ динамики патентования и статуса патентного документа позволяет определить временные периоды, когда патентная активность возростала или снижалась. На протяжении всего рассматриваемого периода число патентных семейств ежегодно росло за исключением 2020–2021 годов – в этот промежуток времени заметен сильный спад активности, причем среди самых крупных патентообладателей, что может быть связано с последствиями пандемии COVID-19.

Страны, в которых подаются патентные заявки, указывают на те рынки, которые изобретатели и патентообладатели считают наиболее важными для охраны своих технологий. Наиболее активными странами для подачи заявок на регистрацию изобретений являются Китай, США, Франция, Южная Корея, причем заявители из Китая явно преобладают, однако большая часть таких патентов выданы в последние 3–5 лет, поэтому судить об их силе и коммерческом потенциале пока трудно. Стоит отметить, что США и Франция первыми начали исследования в области MOF, и патенты данных стран обладают высоким индексом цитирования и географией, то есть зарегистрированы не только в стране заявителя, но и в других регионах. В данном случае применяется метод анализа взаимного патентования, который позволяет выявить в какие страны происходит технологическая экспансия.

Карта цитирований при анализе патентной коллекции позволяет определить, какие компании имеют патенты с наибольшим индексом цитирования, что может предоставить информацию об основных поставщиках знаний в данной технологической области. Выявлено, что преимущественно университеты и НИИ обладают наиболее цитируемыми патентами: Университет Цзинань (Jinan University), Университет Цзянсу (Jiangsu University), Чунцинский медицинский университет (Chongqing Medical University). Нанкинский университет (Nanjing University) в Китае, Université De Versailles Saint Quentin En Yvelines (Университет Версаль

Сен-Кентен-ан-Ивелин) во Франции, Northwestern University (Университет Нортвэстерн) в США.

Выводы

В данной работе продемонстрировано применение различных методов и инструментов патентной аналитики для исследования инноваций в области MOF и их применения в биосенсорике, что позволяет выявить ключевые тенденции патентования, основные аспекты исследуемого рынка и технологические направления.

Анализ инноваций в технологической области показал, что биосенсорика является относительно новым направлением использования полимерных наночастиц, поскольку первые патенты из собранных коллекций относятся к началу 2010-х годов несмотря на то, что первый MOF был синтезирован еще в 1990-х годах.

MOF представляют значительный потенциал в области медицины и биосенсорики, о чем свидетельствует рост патентной активности, который демонстрирует высокий интерес заявителей к разработке новых MOF. На фоне общего увеличения числа запатентованных разработок меняются способы синтеза наноструктур, используются новые вещества в качестве основных компонентов, используются различные методы к модификации поверхности.

Список использованных источников:

1. Ена О.В. Методология разработки патентных ландшафтов Проектного Офиса ФИПС / О.В. Ена, Попов Н. В. // Станкоинструмент. — 2019. — №1 (14). — С. 28–35
2. Awasthi G, Shivgotra S, Nikhar S, Sundarajan S, Ramakrishna S, Kumar P. Progressive Trends on the Biomedical Applications of Metal Organic Frameworks. *Polymers*. 2022; 14(21):4710. <https://doi.org/10.3390/polym14214710>
3. Ashraf, G., Ahmad, T., Ahmed, M. Z., Murtaza, & Rasimi, Y. (2022). Advances in Metal-Organic Framework (MOFs) based biosensors for diagnosis: An update. *Current topics in medicinal chemistry*. Advance online publication. <https://doi.org/10.2174/1568026622666220829125548>
4. Liao, X., Fu, H., Yan, T., & Lei, J. (2019). Electroactive metal-organic framework composites: Design and biosensing application. *Biosensors & bioelectronics*, 146, 111743. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111743>
5. Meng, Jiashen & Liu, Xiong & Niu, Chaojiang & Pang, Quan & Li, Jiantao & Liu, Fang & Liu, Ziang & Mai, Liqiang. (2020). Advances in metal-organic framework coatings: Versatile synthesis and broad applications. *Chemical Society Reviews*. 49. <https://doi.org/10.1039/C9CS00806C>
6. Pandey, A., Dhas, N., Deshmukh, P., Caro, C., Patil, P., Luisa García-Martín, M., Padya, B., Nikam, A., Mehta, T., & Mutalik, S. (2020). Heterogeneous surface architected metal-organic frameworks for cancer therapy, imaging, and biosensing: A state-of-the-art review. *Coordination Chemistry Reviews*, 409, Article 213212. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2020.213212>
7. Sun, Y., Zheng, L., Yang, Y., Qian, X., Fu, T., Li, X., Yang, Z., Yan, H., Cui, C., & Tan, W. (2020). Metal-Organic Framework Nanocarriers for Drug Delivery in Biomedical Applications. *Nano-micro letters*, 12(1), 103. <https://doi.org/10.1007/s40820-020-00423-3>
8. Udourioh, G. A., Solomon, M. M., & Epelle, E. I. (2021). Metal Organic Frameworks as Biosensing Materials for COVID-19. *Cellular and molecular bioengineering*, 14(6), 535–553. <https://doi.org/10.1007/s12195-021-00686-9>
9. Wang, Y., Yan, J., Wen N., Xiong H., Cai S., He Q., Hu Y, Peng D., Liu Z., Liu, Y. (2020). Metal-organic frameworks for stimuli-responsive drug delivery. *Biomaterials*, 230, 119619. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2019.119619>
10. WIPO. International Patent Classification. – URL: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> (Дата обращения: 15.12.2023)

11. Yusuf, V. F., Malek, N. I., & Kailasa, S. K. (2022). Review on Metal-Organic Framework Classification, Synthetic Approaches, and Influencing Factors: Applications in Energy, Drug Delivery, and Wastewater Treatment. ACS omega, 7(49), 44507–44531. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05310>

Саранин С. А. (автор)

(подпись)

Иващенко В. В. (научный руководитель)

(подпись)