

Батурин Антон Александрович

аспирант

Серебренников Даниил Вячеславович

магистрант

Научный руководитель

Шелехов Игорь Юрьевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный
исследовательский технический университет»

г. Иркутск, Иркутская область

КАРБОНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ДЛЯ КРИТИЧЕСКИХ ОТРАСЛЕЙ

***Аннотация:** в статье рассмотрены стратегические аспекты организации полного цикла производства карбоновой пасты и приборов на её основе в Российской Федерации. Представлены результаты разработки отечественной технологии, позволяющей получать карбоновые материалы с широким диапазоном удельных сопротивлений, превосходящие лучшие мировые аналоги. Показано, что реализация проекта обеспечивает снижение зависимости от импорта в электронике, медицине, энергетике и оборонной промышленности, стимулирует развитие научно-технической базы и создаёт предпосылки для достижения технологического суверенитета.*

***Ключевые слова:** импортозамещение, карбоновая паста, технологический суверенитет, инновационная продукция, критические отрасли.*

В условиях беспрецедентного внешнего давления и санкционных ограничений обеспечение технологической независимости Российской Федерации приобретает характер важнейшей государственной задачи. Особую значимость данная проблема имеет для отраслей, критически зависящих от поставок высокотехнологичных материалов и комплектующих из-за рубежа. Одним из наиболее уязвимых звеньев долгое время оставался сегмент карбоновых материалов,

применяемых в электронике, медицинской технике, энергетике, на транспорте и в оборонно-промышленном комплексе. В Иркутском Национальном Исследовательском Техническом Университете совместно с аспирантами и магистрантами на кафедре «Городское строительство и хозяйство» реализуется проект «Импортозамещение карбоновых материалов: инновационная продукция для критически важных отраслей народного хозяйства», который нацелен на системное решение данной проблемы [1; 2].

Авторами при поддержке Фонда содействия инновациям, с привлечением заинтересованных инвесторов создан полный производственный цикл – от синтеза высококачественного углеродного сырья до выпуска конечных изделий. Ключевым результатом стала разработка карбоновой пасты с широким диапазоном удельных сопротивлений, по техническим характеристикам превосходящей лучшие зарубежные аналоги. В отличие от импортных образцов, стабильно передающих топологический рисунок через трафарет в течение не более 40 минут, отечественная карбоновая паста обеспечивает повторяемость в течение полного рабочего дня, что кардинально повышает эффективность производства и качество готовых элементов. На данную технологию получен Евразийский патент №046266 [3], авторы подали заявки на изобретение в такие страны, как Китай, Япония, Индонезия и Южная Корея. По данным маркетинговых исследований, в этих странах наблюдается самый высокий спрос на данный продукт.

Важнейшим направлением работы также явилось создание технологической линии серийного производства карбоновых элементов, применяемых в качестве токопроводящих, коммутирующих и электронагревательных устройств. Особого внимания заслуживает разработка гибких нагревательных элементов с заданным неравномерным распределением удельной мощности [4]. В то время как традиционные системы автоматического регулирования сталкиваются с фундаментальной проблемой пространственной неравномерности тепловых полей, авторами предложен принципиально иной подход – переход от пассивной адаптации к активному управлению тепловыделением непосредственно в источнике. Нагревательный элемент наделяется заранее рассчитанной переменной

удельной мощностью (до 300 Вт/м², в специализированных применениях – до 500 Вт/м²), что позволяет компенсировать внешние тепловые возмущения на уровне самого материала.

Разработанная технология прошла успешные испытания в таких критических отраслях, как военная промышленность, газо- и нефтедобыча, медицинская техника и на объектах железнодорожного транспорта [5]. Обеспечена стабильность электрофизических параметров при длительной эксплуатации, что является необходимым условием для внедрения в системах антиобледенения крыш, тепловых завесах, системах «тёплый пол» и промышленных нагревательных приборах [6]. Существенно, что стоимость карбоновых паст в десятки раз ниже аналогов на основе драгоценных металлов, что открывает перспективы их массового применения там, где ранее использование подобных материалов считалось экономически нецелесообразным.

Приоритетными направлениями дальнейшего развития являются совершенствование технологий получения карбоновой пасты с характеристиками, оптимизированными под конкретные применения, а также создание линейки высокоточных приборов для контроля качества и нанесения материала. Помощь в подаче заявок на изобретения в Южной Корее, Индонезии, Китае и Японии оказал Фонд «Сколково». После проведения соответствующих процедур Фонд «Сколково» выделил на эти цели грант, что свидетельствует о признании международного уровня разработок.

Организация полного цикла производства карбоновых материалов и приборов на территории России имеет не только экономическое, но и цивилизационное значение. Помимо снижения импортной зависимости, проект создаёт условия для роста отечественной прикладной науки, укрепления кадрового потенциала и формирования новых высокотехнологичных рабочих мест. В перспективе это обеспечит не только внутренний рынок качественной продукцией, но и позволит выйти на международный уровень, демонстрируя технологический суверенитет и инновационный потенциал страны.

Подводя итоги, следует подчеркнуть, что успешная реализация проекта импортозамещения карбоновых материалов знаменует собой переход от декларативной постановки задач технологической независимости к их практическому воплощению. Созданный в Иркутском национальном исследовательском техническом университете полный производственный цикл доказывает, что отечественная наука и промышленность способны не только восполнять критический дефицит высокотехнологичной продукции, но и формировать новые рыночные ниши, где российские разработки задают мировые стандарты качества и надёжности. Полученные евразийский патент и международные заявки, поддержка Фонда содействия инновациям и грант Фонда «Сколково» подтверждают, что предложенные технические решения находятся на передовом крае мировой науки о карбоновых материалах. Более того, предложенный подход к управлению пространственным распределением тепловыделения открывает новое междисциплинарное направление на стыке материаловедения, теплофизики и теории автоматического управления – создание «интеллектуальных материалов» с заранее заданной функцией компенсации внешних возмущений. В долгосрочной перспективе это позволяет говорить о формировании в России самостоятельной научной школы в области функциональных карбоновых композитов, способной конкурировать с ведущими исследовательскими центрами мира. Таким образом, импортозамещение в сфере карбоновых материалов – это не конъюнктурный тренд и не вынужденная мера, а стратегическая необходимость, от реализации которой зависит устойчивость критически важных отраслей народного хозяйства России в XXI веке. Дальнейшее развитие проекта, включая масштабирование производства и расширение линейки продуктов, позволит не только окончательно преодолеть зависимость от иностранных поставщиков, но и превратить отечественную карбоновую продукцию в полноценный экспортный товар, укрепляющий технологический авторитет Российской Федерации на глобальном рынке.

Список литературы

1. Огнев Д.В. Оценка внешней и внутренней среды малых инновационных предприятий на базе учебных организаций / Д.В. Огнев, М.С. Чернышенко // Вестник экономической интеграции. – 2013. – №11 (68). – С. 73–80. – EDN RSSXDF.

2. Гвоздецкая И. Оценка инновационного потенциала и моделирование стратегического положения университета / И. Гвоздецкая, С. Майкова, Д. Окунев // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. – 2017. – №7. – С. 41–46. – EDN YULTDH.

3. Шелехов И.Ю. Устройство гомогенизации полидисперсных систем : пат. № 046266 Евразийское патентное ведомство / И.Ю. Шелехов. – Заявка № 202391689, заявл. 06.06.2023 ; опубл. 21.02.2024, Бюл. № 2/2024.

4. Патент на полезную модель №219638 U1 Российская Федерация, МПК H05B 3/16, H05B 3/34, H05B 3/38. Гибкий нагревательный элемент с неравномерной удельной мощностью: №2022133257: заявл. 19.12.2022: опубл. 31.07.2023 / И.В. Шелехова, И.Ю. Шелехов, А.И. Шелехова; заявитель Общество с ограниченной ответственностью «Промышленные Технологические Инновации». – EDN JINDIL.

5. Казьмина А.В. Применение современных конструкционных карбоновых материалов в производстве летательных аппаратов / А.В. Казьмина, Т.А. Мазикова, А.М. Кузьмин // Интеграция науки, общества, производства и промышленности: проблемы и перспективы: сборник статей Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с международным участием (Калуга, 22 апреля 2024 года). – Уфа: ОМЕГА САЙНС, 2024. – С. 110–114. – EDN IDWZZX.

6. Шелехов И.Ю. Анализ использования саморегулируемых нагревательных элементов для систем «теплый пол» в сельской местности / И.Ю. Шелехов, И.В. Алтухов, В.Д. Очиров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – №2 (196). – С. 113–120. – EDN BAVBPU.