

Анализ показывает, что исследования по разработке технологий применения и получения, а также разработке широкой гаммы новых противопригарных покрытий, в том числе для специальных способов литья отливок из железоуглеродистых сплавов являются актуальной задачей. Технологические решения определяющие процессы приготовления покрытий литейных форм могут быть положены в основу создания отдельного производства. Результаты и комплексные методики исследований процессов в контактной зоне «расплав – литейная форма» могут быть использованы в образовательном процессе, при подготовке специалистов в области литейного производства.

#### **Список использованных источников**

1. Валисовский, И. В. Лаборатория качества поверхности отливок / И. В. Валисовский // Литейное производство. – 1999. – № 10. – С. 6–9.
2. Померанец, А. А. Термозащитные покрытия для форм и стержней / А. А. Померанец // Контроль качества и меры предупреждения дефектов отливок. – М.: МДНТП, 1977. – С. 51–54.
3. Nwaogu, U. C. Foundry Coating Technology: A Review / U. C. Nwaogu, N. S. Tiedje // Materials Sciences and Applications. – № 2(8). – P. 1143–1160.

УДК 678(66.018.2+66.017+67.017)

### **НАНОТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ – НАНОКОМПОЗИТЫ И КЕРАМИЧЕСКИЕ ПОКРЫТИЯ НА БАЛЛИСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ**

Чернобай Д. В.

Белорусский национальный технический университет  
стартап «POLYADAMANTIUM»  
chernobay@bntu.by, UX3000@gmail.com

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования китайского сырья (гранул), изготовленного по технологии LFT-G, в производстве перспективных нанокompозитных материалов (наноброни и подложек для нее). Также кратко представлены важные направления – приведены проекты RED DRAGON NANOARMOR, SkyArmor в рамках стартап-проекта «POLYADAMANTIUM» на территории Республики Беларусь.

**摘要。**考虑了使用 LFT-G 技术制造的中国原材料（颗粒）来生产先进的纳米复合材料（纳米装甲及其基材）的可能性。还简要介绍了在白俄罗斯境内的启动项目“POLYADAMANTIUM”的框架内重要领域——RED DRAGON NANOARMOR、SkyArmor 项目。

Нанотехнологии (точнее говоря, создаваемые на их основе новые материалы) могут принципиально изменить классическую технику брониро-

вания и средств защиты. Гораздо более интересным на сегодня выглядят перспективы наноматериалов в области производства так называемых легких видов брони, предназначенных для защиты от пуль и небольших осколков, а не от мощных бронбойных средств [1]. Особенно стоит выделить американский проект Land Warrior, который послужил точкой отправки для перспективной программы солдата будущего – Future Force Warrior, а в 2000-х годах проекту TALOS. Подобная концепция экипировки «солдата будущего» реализуется в вооруженных силах более 20 стран мира. Аналогичными разработками помимо США занимаются и в армиях других зарубежных государств, представленных на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 – Основные государства-разработчики комплексных систем «Солдата будущего»

Отечественная разработка (информационно-технический комплекс «Солдат – боевые системы»), был разработан в Беларуси в 2011–2013 годах и впервые представлен в готовом виде на учениях КСОР ОДКБ «Запад-2013»; он намного дешевле и при этом ничем не уступает зарубежным аналогам. В создании его цифровых компонентов активное участие принимали специалисты ОАО «Агат» [2].

С 2016 года и по настоящее время в Республике Беларусь ведет пока что теоретическую работу инициативный частный проект, который стал стартап-проектом «POLYADAMANTIUM» по разработке перспективных нанокompозитных прозрачных и не прозрачных баллистических материалов, применимых для эксплуатации в тяжелых климатических условиях, принявший участие в IX Международной выставке вооружения и военной техники MILEX-2019 и в Республиканском конкурсе инновационных проектов 2019 года в Республике Беларусь [4] и других конкурсах.

В настоящий момент существует необходимость переоснащения подразделений ОДКБ и КНР бронжилетами с применением нанокompозитных материалов – сверхлегких и сверхпрочных. Сейчас графеновый нанокompозит используется для замены стальных бронелистов при бронировании корпуса модернизированного китайского ударного вертолета Z-10 [3].

Одним из важных направлений НИОКР-составляющей стартапа являются разработка огнестойкого противоосколочного плаща-дождевика в формате «пончо» (проект «SkyArmor») для самоспасательных комплектов граждан Союзного государства на случай чрезвычайных ситуаций и военных действий, пригодного и для гуманитарной помощи Украине (см. рис. 2)



Рисунок 2 – Предполагаемый внешний вид противоосколочного, огнезащитного плаща-дождевика, в пошиве которого кроме водоотталкивающей ткани предполагается использовать баллистический ламинат и керамизованный арамид

В проекте в целях создания матриц для нанокompозитов была выявлена необходимость использовать недорогое китайское сырье (в виде гранул), выполненных по технологии LFT-G – пригодных в производстве перспективных нанокompозитных материалов (наноброни и подложек для нее) [5, 6].

Также ранее на II Китайско-белорусском молодежном конкурсе научно-исследовательских и инновационных проектов (Минск, 20–21 мая 2021 г.) была представлена презентация проекта «RED NANO DRAGON» по сотрудничеству КНР, Беларуси, России по созданию модульного штурмового бронежилета с нанокompозитным вкладышем для значительного уменьшения уровня запреградно-контуживной травмы (ЗКТ) [5]. Для проекта было осуществлено патентование в Республике Беларусь полезной модели на конструкцию модульного бронежилета (№ 12707 от 09.08.2021 г.),

#### Список использованных источников

1. Алтман, Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений / пер. с англ. А. В. Хачоян – Москва: Техносфера, 2006. – С. 167.

2. Солдат XXI века: на пути создания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agat.by/upload/statii\\_files/files/Soldat%20XXI%20veka%202013.pdf](https://agat.by/upload/statii_files/files/Soldat%20XXI%20veka%202013.pdf).

3. Китайский ударный вертолет получил графеновую броню [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2018/10/12/graphene>.

4. Чернобай, Д. В. Перспективы объединения макро- и наноструктур в гибридных нанокompозитах для создания новых конструкционных материалов для наноброни, элементов бронезащиты экзоскелетов / Д. В. Чернобай // 8-я Международная научная конференция по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.): сборник научных статей: в 5 ч. / ГВПК РБ. – Минск: Лаборатория интеллекта, 2019. – Ч. 5. – С. 97–99.

5. Чернобай, Д. В. «RED DRAGON NANOARMOR» – перспективный проект создания нанокompозитных материалов для индивидуальной бронезащиты» / Д. В. Чернобай // II Китайско-белорусский молодежный конкурс научно-исследовательских и инновационных проектов (Минск, 20–21 мая 2021 г.): сборник материалов конкурса МО РБ, Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», Институт Конфуция по науке и технике БНТУ. – Минск.: БНТУ, 2021. – С. 125.

6. Чернобай, Д. В. Перспективы использования производимых в КНР композитных гранул по технологии LFT-G в производстве перспективного типа конструкционных материалов – нанокompозитов / Д. В. Чернобай // VII Белорусско-китайский молодежный инновационный форум «НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ-2020» (Минск, 17 ноября 2020 г.): сборник материалов конкурса: в 2 ч. / МО РБ, ГКНТ, Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», Институт Конфуция по науке и технике БНТУ. – Минск.: БНТУ, 2020. – Ч. 1. – С. 95–96.

## **ОСОБЕННОСТИ МЕСТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ – ОСНОВНОЙ ФАКТОР СОВРЕМЕННОГО ТУРИЗМА**

Чжан Юэян

Белорусский национальный технический университет  
[mar900329@gmail.com](mailto:mar900329@gmail.com)

**Аннотация.** На примере Беларуси и китайской провинции Юньнань в данной статье исследуется положительное влияние местных архитектурных особенностей на экономическое и культурное развитие агроэкотуризма.

**摘要。**以白俄罗斯和中国云南省为例，研究地方建筑特色，给农业生态旅游经济和文化发展的积极影响。

Въездной туризм является существенной составляющей экономики во многих странах. Он обеспечивает приток валюты в страну, создание рабочих мест, развитие инфраструктуры сопутствующих отраслей и, что очень важно, культурный обмен между различными странами. Темпы ежегодного роста