



АКСЕЛЕРАТОР
MENDELEEV



RXTU
им. Д.И. Менделеева

НОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ДАЙДЖЕСТ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ

II полугодие 2023

Общемировые мегатренды – цифровизация, экологизация, кастомизация решений, становятся все более актуальными для промышленности. Это стимулирует совершенствование существующих производственных процессов, а также разработку и внедрение принципиально новых технологий.

Новые производственные технологии – это совокупность новых подходов, материалов, методов и процессов, используемых для проектирования и производства продукции и изделий (машины, конструкции, агрегаты, приборы и установки), которые являются конкурентоспособными и востребованными во всем мире¹. К новым производственным технологиям относятся технологии Индустрии 4.0 – от автономных роботов и аддитивного производства до комплекса умных технологий в интегрированной системе с искусственным интеллектом. При этом не стоит сужать фокус только до решений с применением информационных технологий, так как новыми производственными технологиями являются также и энерго- и ресурсосберегающие решения.

Перед современным наукоемким производством стоят задачи, находящиеся на стыке нескольких областей. Решение подобных вызовов под силу только кросс-дисциплинарным командам. Если масштабировать проблематику до потребностей промышленности, то обозначается потребность в формировании новых подходов к организации производств – комплекс факторов из растущей конкуренции, значимости экологической повестки, новых возможностях, появившихся благодаря информационным технологиям, изменение экономического климата и перестройка

¹ Сайт Цифровая экономика: технологии, политика, измерение – Новые производственные технологии, [Электронный ресурс], URL: <https://issek.hse.ru/analysis/npt#:~:text=Новые%20производственные%20технологии%20—%20это,по%20сравнению%20с%20традиционными%20технологиями>

логистических цепочек, обуславливают запрос на гибкие, зачастую модульные и/или мобильные производства.

Потребность в принципиально новых способах подтверждается и стремительным ростом цифровых платформ рассредоточенного производства. Японская платформа CADDI представляет собой производственную платформу, на которой заказчик представляет CAD модель интересующей детали. Благодаря встроенным в платформу механизмам оценки загруженности производственных мощностей поставщиков, платформа предлагает поставщика, способного в короткий срок исполнить заказ.

Немецкая платформа V-Industry выступает как посредник в оценке загруженности производственных мощностей для оперативного исполнения заказов на выпуск малых партий продукции. Заказчик размещает на платформе 3d-модель требуемого продукта и технические требования к исполнению, аналитическая система платформы идентифицирует, у кого из производителей сейчас есть необходимое оборудование и свободные мощности. Отобранные компании получают информацию о заказе и выставляют свои предложения, у заказчика появляется возможность выбрать из нескольких конкурентных предложений.

Российская платформа Sk RnD Market предлагает полный цикл разработки высокотехнологических решений. Функционал платформы позволяет как размещать заказчикам свои потребности, так и исполнителям представлять свои услуги. Платформа была запущена в 2022 году и пока формирует критическую массу пользователей для встраивания цифровых механизмов аналитики.

Новые производственные технологии обладают высоким потенциалом и быстро развиваются, однако их распространение пока еще относительно невелико по сравнению с традиционными технологиями.

По данным мирового экономического форума² 70% компаний сталкиваются со значительными сложностями при разработке новых технологий на этапах их пилотирования.

Новые производственные технологии можно разделить на несколько субтехнологий, среди которых выделяют:

- цифровое проектирование, математическое моделирование, управление жизненным циклом продукта или изделия;
- технологии интеллектуального производства;
- манипуляторы и манипуляционные технологии.

Разработка и внедрение этих субтехнологий является необходимым условием для конкурентоспособного присутствия на глобальных высокотехнологичных рынках.

По данным аналитического агентства Fortune Business Insights объем мирового рынка Индустрии 4.0 к 2029 году составит 337 млрд \$ при CAGR 16.3%³.

Интерес промышленности к новым производственным технологиям обуславливается возможностью увеличения производительности: новые технологии позволяют увеличить производительность процессов, что приведет к повышению эффективности и снижению затрат на производство – более глубокая переработка сырья, более полное извлечение целевых

² Сайт Мирового экономического форума, [Электронный ресурс], URL: <https://www.weforum.org/impact/advanced-technologies-manufacturing-factories-scaling-innovations/>

³ Сайт аналитического агентства Fortune Business Insights, [Электронный ресурс], URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-4-0-market-102375>

компонентов, получение материалов с более высокими эксплуатационными характеристиками и многое другое.

Применение новых решений в значительной мере сказывается и на качестве продукции, так и на условиях труда сотрудников. Всё это приводит к совокупному снижению затрат на производство – меньше брака и травмоопасных ситуаций, повышение удовлетворенности и лояльности клиентов.

Новые производственные технологии в значительной мере позволяют сократить время на вывод продукции на рынок – средний срок разработки новых решений может быть сокращен в разы при применении цифрового моделирования, причем как самого объекта, так и моделирования первичных испытаний, прототипирования при помощи аддитивных технологий и т.д.

Новые технологии позволяют производить продукцию, соответствующую экологическим требованиям и нормам, что повышает репутацию компании и удовлетворяет потребности потребителей в экологически чистой продукции.

В данном дайджесте мы рассматриваем примеры новых технологических решений для химической промышленности и медицины, особое внимание уделено аддитивным решениям.

По прогнозам экспертов Mordor intelligence⁴ объем мирового рынка технологий и материалов для аддитивного производства к 2028 году достигнет величины 167 млрд \$.

Оглавление

⁴ Сайт аналитического агентства Mordor intelligence, [Электронный ресурс], URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-additive-manufacturing-and-material-market-industry>

| | |
|--|----|
| Раздел «Инновации в 3D печати»..... | 8 |
| Кальций удешевит аддитивное производство сложных деталей | 10 |
| Новый наполнитель для имплантатов с повышенной биоактивностью | 11 |
| Цветные голограммы | 12 |
| Повышение качества изделий, напечатанных на 3D-принтере | 13 |
| Микрофлюидная система с 3D-печатью для скрининга параметров синтеза наночастиц | 15 |
| Раздел «Инновационные технологии для промышленности» | 19 |
| Предложен способ переработки аккумуляторов | 19 |
| Энергия из использованных медицинских масок | 20 |
| Материалы для солнечных батарей | 21 |
| Инновации в получении химических соединений и продуктов | 23 |
| Способ синтеза «чистого» водорода | 23 |
| Энергосберегающий светодиод для OLED-экранов | 25 |
| Высокочистый хлорид алюминия для нефтехимии | 26 |
| Технология извлечения техногенного золота..... | 27 |
| Альтернатива полупроводниковой электронике | 28 |
| Материал для защиты аккумуляторов от возгорания | 30 |
| Универсальный электролит | 31 |
| Высококачественные белые пигменты из отходов | 32 |
| Сверхъяркие и мощные светодиоды | 33 |
| Новые способы реализации промышленных процессов..... | 35 |
| Вещества малых концентраций..... | 35 |
| Растворы для солевого реактора | 36 |
| Конструкция акселерометра | 38 |
| Способ получения стойких полимеров..... | 39 |
| Микрореакторы для производства лекарств..... | 40 |
| Однокамерные реакторы непрерывного действия для аэробного гранулированного ила..... | 42 |
| Раздел «Инновационная медицина» | 45 |

| | |
|---|----|
| Наночастицы для лечения рака | 45 |
| «Тканевой пистолет», сшивающий раны биополимером | 46 |
| Стельки, помогающие анализировать походку человека | 47 |
| Биоинженерные патчи для заживления хронических ран | 48 |
| Новый метод введения вакцин | 49 |
| Нейросеть диагностирует состояние коронарных сосудов | 51 |
| Шприцы по образу пчелиного жала..... | 52 |
| Новый метод производства наночастиц для биомедицины..... | 53 |
| Микрожидкостный чип на основе капилляров для быстрого выявления острого инфаркта миокарда..... | 54 |

Раздел «Инновации в 3D печати»

Аддитивное производство (Additive Manufacturing, AM) – это процесс создания трехмерных объектов путем последовательного добавления материала. Воплощение объекта строится на базе цифровой модели. В отличие от традиционных технологий, таких как литье и штамповка, аддитивные технологии позволяют создавать объекты с более высокой точностью и детализацией, а также более эффективно использовать материалы.

Аддитивные технологии широко используются в различных отраслях, включая медицину, автомобильную промышленность, аэрокосмическую отрасль и другие. Они позволяют создавать сложные и функциональные детали, которые невозможно создать традиционными методами³.

В прошлом году аналитическое агентство McKinsey (российское подразделение агентства с 2023 года носит наименование «Яков и партнеры») назвала 3D-печать одной из 12 технологий, которые окажут влияние на мировую экономику, и предсказала⁵, что к 2025 году рынок 3D-печати вырастет до 550 млрд \$.

К наиболее важным преимуществам АТ относятся:

- улучшенные свойства готовой продукции. Благодаря послойному построению изделия обладают уникальным набором свойств. Например, детали, созданные на металлическом 3D-принтере, по своему механическому поведению, плотности, остаточному напряжению и другим свойствам превосходят аналоги, полученные с помощью литья или механической обработки;

⁵ Сайт 3D Today – Пять факторов воздействия 3D-печати на мировую экономику, [Электронный ресурс], URL: <https://3dtoday.ru/industry/pyat-faktorov-vozdeystviya-3d-pechati-na-mirovuyu-ekonomiku.html>

- значительная экономия сырья. АТ используют практически то количество материала, которое нужно для производства вашего изделия. Тогда как при традиционных способах изготовления потери сырья могут составлять до 80-85%;
- возможность изготовления изделий со сложной геометрией. Оборудование для АТ позволяет производить предметы, которые невозможно получить другим способом. Например, деталь внутри детали;
- Изготовление сложных систем охлаждения на основе сетчатых структур (не могут быть получены литьем или штамповкой);
- Мобильность производства и быстрый обмен данными. Отсутствие чертежей, измерений и громоздких образцов. В основе АТ лежит компьютерная модель будущего изделия, которая может быть передана на другой конец линии за считанные минуты. За несколько минут она может быть передана на другой конец света, и производство может начаться немедленно.

Мировой рынок аддитивных технологий растет с каждым годом: его текущий объем превышает 5 млрд \$ и, как ожидается, превысит 21 млрд \$ в 2025 году⁶. Страны-лидеры в области технологий, такие как США, Германия, Великобритания и Япония, в совокупности контролируют более 50% мирового рынка аддитивных технологий и будут продолжать определять его развитие в долгосрочной перспективе.

На долю России пока приходится около 1% рынка, и она отстает от лидеров по всем ключевым направлениям – от производства материалов и оборудования до выпуска готовой продукции.

⁶ Сайт Современная электроника – Технологии аддитивного производства – рынок, тенденции и перспективы до 2025 г., [Электронный ресурс], URL: https://www.soel.ru/novosti/2018/tehnologii_additivnogo_proizvodstva_rynok_tendentsii_i_perspektivy_do_2025_g/

Кальций удешевит аддитивное производство сложных деталей

Ученые из НИТУ МИСИС совместно с коллегами из Московского Политеха впервые в мире предложили использовать кальций вместо редкоземельных металлов в сплавах на основе алюминия и меди для аддитивных технологий. В связи с тем, что стоимость кальция как минимум в два раза ниже стоимости редкоземельных элементов, полученные сплавы могут применяться для изготовления сложных деталей, используемых при экстремальных температурах, например, в конструкциях самолетов.

Селективное лазерное плавление (СЛП) – это передовая технология получения сложных форм и структур из металлических порошков; благодаря своей гибкости и простоте применения СЛП все чаще используется для изготовления конструкций сложной формы в различных отраслях промышленности, включая автомобильную, медицинскую и аэрокосмическую.

Однако не все материалы подходят для СЛП. Это связано с тем, что сплавы должны отвечать набору физико-химических свойств, обеспечивающих как изготовление самого изделия, так и достижение требуемых эксплуатационных характеристик. Одним из перспективных материалов для данной технологии являются эвтектические сплавы (Al-Cu-REM) на основе алюминия, меди и редкоземельных металлов. Однако такие сплавы имеют существенные недостатки, так они значительно дороже из-за наличия в их составе меди и редкоземельных элементов.

Несмотря на то, что базовые сплавы Al-Cu уже достаточно успешно сочетают в себе технические и физико-механические свойства, как отмечают исследователи, эта тройная система может быть использована для разработки более сложных высокотехнологичных материалов, предназначенных для

эксплуатации в экстремальных температурных условиях, например, наземной и воздушной техники.

Источник: [Description of the New Eutectic Al-Ca-Cu System in the Aluminum Corner](#)

Новый наполнитель для имплантатов с повышенной биоактивностью

Группа ученых из НИТУ МИСИС и Рижского технического университета предложили альтернативный наполнитель костных «3D-каркасов» на основе силиката кальция. Этот материал предотвращает образование бактериальных биопленок на поверхностях каркаса и потенциально может быть использован для малонагруженных костных имплантатов, таких как имплантаты черепа.

В настоящее время биополимеры широко используются в медицине. Особый интерес для ученых и врачей, работающих в области восстановительной хирургии, представляет разработка и производство полимерных каркасов «скаффолдов», лежащих в основе восстановления костной ткани. В такие каркасы обычно имплантируются клетки пациента.

Материал скаффолда должен быть не только биологически совместим с организмом человека, но и обладать антимикробной активностью, чтобы облегчить процесс регенерации тканей и предотвратить распространение бактерий на поверхности скаффолда. Поэтому одной из основных задач в области тканевой инженерии является исследование и создание новых материалов для печати скаффолдов.

С помощью технологии 3D-печати ученые изготовили два типа костных скаффолдов на основе композитных материалов из полимолочной кислоты и волластонита (PLA/Wol) и композитных материалов из полимолочной кислоты и гидроксиапатита (PLA/HAp).

Далее были проведены исследования механических свойств, возможность имплантации мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток (ММСК, клетки, приближенные к клеткам костной ткани) в напечатанный скелет, а также антимикробную активность скаффолда в физиологической среде.

Результаты исследования показали, что химический состав скаффолдов существенно влияет на их адгезивные свойства, в частности на прилипание микробных клеток к поверхности.

В будущем, возможно применение таких скаффолдов в хирургии, в качестве костных имплантатов с низкой нагрузкой, например, в черепе. В ближайших планах научной группы проведение ряда предварительных исследований и испытаний.

Источник: [Mechanical, Structural, and Biological Characteristics of Polylactide/Wollastonite 3D Printed Scaffolds](#)

Цветные голограммы

Ученые ИТМО разработали способ печати голографических изображений на брэгговских решетках – специальной пленке с особыми отражающими свойствами. Теоретически, с помощью предложенной технологии даже обычные струйные принтеры могут печатать полноцветные голограммы, в виду ее максимальной простоты и дешевизны.

Голография применяется во многих областях. Например, она используется для создания произведений искусства, а также для хранения данных, микроскопии, датчиков и в создании оптоэлектрических устройств. Однако наиболее широкое распространение голографические методы защиты получили в банкнотах, документах и лицензионных знаках. Это большой и постоянно развивающийся рынок, который всегда требует современных технических решений. По некоторым оценкам, срок защиты от подделки для

некоторых методов защиты составляет от одного до двух лет. Поэтому одним из главных условий коммерческого внедрения и успеха нового метода защиты является его простота и дешевизна.

В основе решения, предложенного учеными ИТМО – многокомпонентные чернила на основе акрилатов, которые наносятся на заготовку, на которой уже записана лазерная голограмма на длине волны, дающей при отражении синий цвет. Это и есть дифракционная решетка Брэгга. Чернила проникают вглубь слоя пленки и расширяются, что приводит к изменению периода дифракционной решетки и условий отражения света. В результате изменяется период дифракционной решетки и условия отражения света. Визуально это выражается в изменении цвета отраженной волны.

Количество возможных цветов в голограмме не ограничивается четырьмя. Путем тонкого изменения количества и плотности чернил можно добиться плавных многокрасочных переливов. Однако для этого необходимо использовать специальные принтеры, позволяющие контролировать количество капель вплоть до пиколитра (10^{-9} мл).

В конечном итоге, по словам ученых, полученную технологию можно легко внедрить в промышленное производство. Теоретически возможна печать голограмм на бытовых струйных принтерах, но с пониженной точностью работ.

Источник: [Inkjet assisted patterning of Bragg grating towards multiple color imaging](#)

Повышение качества изделий, напечатанных на 3D-принтере

Учёные Пермского Политехнического Университета впервые создали технологию для быстрого и точного управления температурой сопла и полимерного материала в процессе послойного наплавления при 3D-печати.

Одним из важнейших вопросов в технологии послойного наплавления (FDM/FFF) является долговечность синтетического изделия, то есть качество соединения рулонов термопластичного материала. Перегрев или недогрев полимера в процессе наплавки приводит к образованию некачественных швов. Это снижает механические свойства печатного изделия и приводит к чрезмерной тепловой деформации и разрушению по границам слоев.

Послойная технология основана на экструзии, то есть выдавливании расплавленного термопластичного материала через сопло, с последующим соединением и застыванием. Одним из важнейших параметров процесса в этом методе является температура полимера и нагретой насадки. Обычные экструдеры не обеспечивают точность и скорость, необходимые для измерения и контроля температуры сопла, что приводит к значительному перегреву или недогреву полимерного материала в процессе наплавки. Эти проблемы обусловлены большой массой и тепловой инерцией теплообменника, задержками при измерении температуры контактными датчиками и рядом других трудностей. По мнению инженеров-политехников, эти проблемы могут быть решены путем изменения конструкции сопла.

Сопла изготавливаются из ферромагнитных сплавов, которые индуктивно нагреваются в процессе 3D-печати. Изменение температуры влияет на свойства материала сопла, что приводит к изменению фазовых и амплитудных характеристик тока в цепи индуктора.

Благодаря разработанному учеными методу измерения и контроля температуры сопла впервые в аддитивных технологиях стало возможным полностью контролировать термический цикл процесса, что позволяет обеспечить стабильность качества на протяжении всего процесса печати. Эти усовершенствования позволяют осуществлять 3D-печать крупногабаритных изделий и объектов со сложной геометрией, в том числе из таких

высокотехнологичных материалов, как РЕЕК (полиэфиркетон), РЕКК (полиэфиркетон), РЕИ (полиэфирамид) и термопластичных композитов, востребованных при производстве протезов и летательных аппаратов.

Источник: [Rapid Temperature Control in Melt Extrusion Additive Manufacturing Using Induction Heated Lightweight Nozzle](#)

Микрофлюидная система с 3D-печатью для скрининга параметров синтеза наночастиц

Ученые из Научно-исследовательского института интеллектуальных материалов Южного федерального университета, института кристаллографии им. А.В. Шубникова Федерального научно-исследовательского центра “Кристаллография и фотоника” (РАН) разработали 3D- систему для синтеза наночастиц благородных металлов в слитках. Работа системы продемонстрирована на примере синтеза наночастиц серебра с применением машинного обучения для настройки частоты плазмонного резонанса.

Тонкая настройка свойств материалов требует большого количества проб и ошибок при синтезе. Металлические наночастицы в процессе своего формирования проходят несколько стадий: восстановление, кластеризацию, коалесценцию и рост. Поэтому свойства получаемых коллоидных растворов зависят от концентрации реагентов, внешней температуры, протокола синтеза и мастерства исследователя в определении воспроизводимости и качества. Автоматизированные проточные системы позволяют преодолеть трудности, присущие традиционным пакетным методам. Микрофлюидические системы представляют собой отличную альтернативу для высокопроизводительного сбора данных. Последние достижения в области 3D-печати позволили сделать сложные топологии микрофлюидных устройств дешевыми и легко настраиваемыми. Однако каналы отвержденной фотополимерной смолы в процессе синтеза притягивают ионы металлов,

образуя центры кристаллизации, поэтому исследователи разработали систему 3D-печати для синтеза наночастиц благородных металлов в слитках.

Наночастицы благородных металлов находят широкое применение в различных областях промышленности, включая катализ, фотонику, доставку лекарств и медицинскую визуализацию. Их уникальные оптические свойства представляют интерес для поверхностно-усиленного комбинационного рассеяния света, молекулярного детектирования и фототермической терапии рака. В типичном случае металлические наночастицы выращиваются в присутствии ионов металла, восстановителей и стабилизаторов. Результаты восстановления, нуклеации и роста зависят от многих параметров, таких как температура и концентрация реагентов. Оператор может случайно изменить стандартный протокол, изменив время перемешивания, скорость или порядок подачи реагентов, что влияет на конечный гранулометрический состав. Алгоритмы машинного обучения представляют собой более сложную альтернативу, позволяющую находить сложные зависимости в высокоразмерных данных и применять стратегии оптимизации.

Классические синтетические процедуры часто ограничены небольшими объемами образцов из-за большого расхода реагентов, что приводит к проблемам воспроизводимости. Проточная химия и микрофлюидика, напротив, предоставляют уникальные возможности для точного управления перемешиванием и теплообменом при малых объемах реагентов. Такой подход позволяет создавать высокоиндивидуализированные и эффективные системы синтеза наноматериалов. Микрофлюидный подход также является мощной альтернативой пакетному синтезу с точки зрения аналитики и самооптимизации в режиме онлайн, для этого микрофлюидную систему необходимо сочетать с надежными и эффективными методами диагностики.

Одним из недостатков систем 3D-печати является наличие неактивированных функциональных групп на поверхности отверждаемой смолы: каналы в 3D-печатных чипах притягивают ионы металлов, создавая дополнительные центры зарождения и роста при синтезе. Синтез капель воды в масле может помочь преодолеть эту проблему за счет затрат, необходимых для синхронизации потока капель и спектральных характеристик. Данное исследование демонстрирует применение микрофлюидического подхода в сочетании с диагностикой *in situ* для автоматизированного синтеза наночастиц серебра в струе снаряда.

Разработанная система включает в себя комбинацию микрофлюидных устройств, состоящих из микросхемы генератора пробок, микросхемы сепаратора пробок, линии задержки и проточной кюветы для выбранных методов определения характеристик. На вход генератора капле подается реагент, а на другой вход – несущая фаза. Генератор формирует поток капель реакционной смеси в несущей фазе. Размер и частоту появления капель можно регулировать, изменяя скорость потока и соотношение реакционной и несущей фаз. Поток капель несущей фазы подключается с выхода генератора к входу разделителя. Далее из отдельного шприцевого насоса в спейсер подается фаза-носитель, которая добавляется между капельками в структурированном потоке, увеличивая тем самым расстояние между ними. Поток капель с выхода спейсера поступает в линию задержки, где можно регулировать время реакции. Линия задержки подключается к специально разработанной проточной кювете, подходящей для выбранного метода диагностики.

Ученые продемонстрировали простую и универсальную систему на основе 3D-печатных микрофлюидных компонентов: технология DLP-SLA (стереолитография с цифровой обработкой света) позволяет легко изготавливать микрофлюидные устройства под конкретные нужды. Пропитка

маслом 3D-напечатанных чипов улучшает гидрофобность поверхностей каналов, а использование снарядного потока предотвращает рост наночастиц на стенках каналов и окнах кювет. Использование достаточно длинных стержней и оптимизированного оптического пути в кювете позволяет получать высококачественные данные оптической спектроскопии *in situ* за один снимок с одной пробирки, позволяя тестировать десятки комбинаций параметров в час.

Исследователи полагают, что подход, основанный на использовании 3D-печатных микрофлюидических устройств, оптимизированных для традиционной спектроскопической характеристики *in situ*, позволит существенно повысить пропускную способность диагностики материалов в лабораториях и синхротронах и ускорит разработку новых функциональных наноматериалов.

Источник: [3D-printed microfluidic system for the *in situ* diagnostics and screening of nanoparticles synthesis parameters](#)

Раздел «Инновационные технологии для промышленности»

Зеленые технологии и энергетика

Предложен способ переработки аккумуляторов

Ученые-химики из Санкт-Петербургского государственного университета создали быстрый и эффективный способ переработки графитных анодов литий-ионных аккумуляторов. По мнению авторов исследования, данная технология может быть легко интегрирована в существующие цепочки переработки литий-ионных аккумуляторов. Это позволит значительно снизить стоимость производственного оборудования и уменьшить вредное воздействие на природу.

Литий-ионные аккумуляторы широко используются в электронных устройствах, поэтому переработка отработанных аккумуляторов имеет большое значение для экологии и экономики. Она позволяет сократить выбросы вредных веществ в окружающую среду, а также извлечь и повторно использовать в промышленности ценные металлы, катодные и анодные материалы.

Одним из ключевых компонентов литий-ионных батарей и аккумуляторов является графитовый анод. Сложности переработки графита заключаются в том, что получить графит традиционными методами переработки аккумуляторов технически невозможно, так как графит при этом сжигается, а прямые методы переработки позволяют получить графит, но на его поверхности в процессе работы аккумулятора образуется нестабильный и неоднородный твердый электролитный слой.

Ученые предложили метод анодной обработки, позволяющий эффективно очищать графит. При этом на его поверхности может

формироваться электропроводная и устойчивая к деградации структура – слой оксида графена.

В результате переработки получается графит, поверхностно модифицированный оксидом графена. Полученный материал сохраняет свою внутреннюю структуру. Это позволяет сохранить и даже увеличить емкость, заданную производителем. Данная технология позволяет повторно использовать графит в производстве литий-ионных аккумуляторов.

Источник: [Recycling spent graphite anodes into a graphite/graphene oxide composite via plasma solution treatment for reuse in lithium-ion batteries](#)

Энергия из использованных медицинских масок

Ученые из НИТУ МИСИС совместно с коллегами из США и Мексики разработали новую технологию получения экономичных аккумуляторов из медицинских отходов.

По данным исследователей НИТУ МИСИС, во время пандемии коронавируса население Земли ежемесячно использовало более 130 млрд. масок, что привело к образованию сотен тонн полимерных отходов. Существует острая необходимость в переработке этих отходов, поскольку при сжигании они выделяют токсичные газы.

Ученые НИТУ МИСИС совместно с зарубежными коллегами разработали новую технологию производства экономически эффективных аккумуляторов из использованных масок. Таким образом, основой для производства элементов питания служат медицинские отходы, а для их получения необходимо лишь приобрести графен.

Новая технология позволяет получать тонкие, гибкие и недорогие батареи. По многим параметрам такие батареи превосходят тяжелые

традиционные батареи, покрытые металлом. Новые батареи могут быть использованы в бытовых устройствах - от часов до осветительных приборов.

Когда ученые решили добавить к полученному с помощью маски электроду наночастицы неорганических перовскитов типа CaCoO , энергоемкость батареи увеличилась вдвое (208 ватт-часов/кг); была достигнута большая электрическая емкость 1706 фарад на грамм, что значительно выше, чем емкость лучших карбонизированных электродов без добавки графена (1000 фарад на грамм).

Ранее исследователи уже пытались создать электроды для суперконденсаторов, используя различные пористые природные материалы и отходы производства, к которым относятся кокосовая скорлупа, рисовая шелуха, а в последнее время – газетные отходы и автомобильные покрышки, однако их всегда требовалось отжигать при высоких температурах в специальных печах. Маски оказались более простым и дешевым материалом, поскольку их уникальные свойства можно получить, просто пропитав их графеном.

В будущем исследователи планируют использовать новую технологию для производства батарей для электромобилей и солнечных электростанций.

Источник: [Highly efficient textile supercapacitors made with face masks waste and thermoelectric \$\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_{9-\delta}\$ oxide](#)

Материалы для солнечных батарей

Научные сотрудники Института проблем химической физики РАН разработали высокоэффективные и стабильные тонкопленочные солнечные батареи на основе органических полупроводниковых материалов: сопряженных полимеров и производных фуллеренов.

Органические солнечные элементы могут произвести революцию в мировой энергетике. Стоимость энергии, получаемой путем преобразования солнечного света, может быть ниже, чем цена электроэнергии, получаемой при сжигании ископаемого топлива. Сегодня более 80% энергии в мире производится путем сжигания нефти, газа и угля. Во-первых, это приводит к серьезному загрязнению окружающей среды. Во-вторых, менее чем за два столетия человечество израсходовало более половины запасов нефти, накопленных за миллионы лет, поэтому ученые всего мира стремятся повысить эффективность преобразования солнечного света.

Учеными была создана новая группа сопряженных полимеров для органических солнечных батарей. Было показано, что использование нерегулярных сополимеров, в которых мономерные звенья расположены хаотично в основной цепи, позволяет достичь значительно лучших оптоэлектронных свойств по сравнению с полимерами с регулярной структурой, в которых звенья цепи чередуются в строго определенном порядке. На основе разработанных полимеров были получены органические солнечные элементы с КПД более 7%. Это самый высокий в мире результат для устройств площадью более 1 см². Кроме того, было показано, что полученные солнечные элементы работают стабильно.

Исследования проводились на нескольких типах органических солнечных элементов в реальных полевых условиях в пустыне Негев (Израиль). Это позволило выявить наиболее важные факторы, влияющие на стабильность солнечных элементов в процессе эксплуатации. Полученные результаты показали, что скрининг материалов на фотостабильность и отбор наиболее перспективных структур можно легко осуществить с помощью метода электронного парамагнитного резонанса.

Работа проводилась совместно с учеными из Института Фраунгофера по изучению солнечной энергии (Германия), Баварского центра прикладных энергетических исследований и Университета Бен-Гуриона (Израиль).

Источник: [Positive side of disorder: Statistical fluorene-carbazole-TTBTBT terpolymers show improved optoelectronic and photovoltaic properties compared to the regioregular structures](#)

Инновации в получении химических соединений и продуктов

Способ синтеза «чистого» водорода

Ученые ФИЦ угля и углекислоты СО РАН предложили новый способ получения водорода – окислением частиц алюминия в воде под воздействием лазерного излучения.

Наиболее чистым водородом считается «зеленый», он производится методом электролиза, при котором электрический ток от возобновляемого источника энергии расщепляет воду на водород и кислород. Основным недостатком этого метода является его высокая стоимость: расход электроэнергии на производство 1 кг водорода может достигать 40 кВт-ч. По этой причине доля «зеленого» водорода в мировом производстве пока не превышает 5%.

Химикам УУХ СО РАН удалось вдвое снизить энергозатраты на производство водорода с помощью расщепления воды. В качестве исходного материала использовалась суспензия из воды и нанопорошка алюминия, которая затем облучалась лазером.

Побочным продуктом этого процесса является оксид алюминия, который может быть использован для производства адсорбентов, керамических материалов и в качестве опоры для катализаторов.

Преимущество этой технологии заключается в том, что лазерное излучение поглощается только алюминиевыми частицами, а вода является оптически прозрачной. Частицы алюминия покрыты оксидной пленкой, но при облучении оксидная пленка разрушается, и вода вступает в контакт с металлическим ядром, выделяя водород в результате химической реакции. Простой процесс, тщательно подобранные компоненты и инструменты позволяют сэкономить до 15-17 кВт-ч энергозатрат на килограмм водорода.

При выходе на промышленный уровень эта технология может оказаться дешевле электролиза.

Источник: [Hydrogen production by oxidation of aluminum nanopowder in water under the action of laser pulses](#)

Растворы для металлизации печатных плат

Ученые из РХТУ им. Д.И. Менделеева создали новые химические композиции – растворы для меднения элементов печатных плат. Разработка российских химиков позволит снизить и постепенно устранить зависимость отечественных производств от зарубежных поставок в области бытовой и специализированной электроники.

Печатные платы являются ключевыми компонентами всех электронных устройств, но с развитием электронной промышленности ужесточаются требования к качеству многослойных печатных плат, усложняются их конструкции, повышаются классы точности. Одним из наиболее трудоемких процессов, играющих решающую роль в обеспечении качества плат, является металлизация сквозных отверстий, которая становится все более сложной задачей из-за роста точности многослойных печатных плат. Поэтому российские производители вынуждены использовать импортные технологии, которые являются дорогостоящими и имеют большой риск попадания под санкции.

Учеными был проведен ряд исследований процессов химического и электрохимического осаждения меди на диэлектрическую основу, влияния на эти процессы природы и концентрации компонентов растворов и различных технологических характеристик, а также свойств получаемых покрытий. Основная сложность была связана с трудоемкостью подготовки поперечных шлифов отверстий печатных плат с целью оценки равномерности наносимого покрытия. Однако после оснащения кафедры современным комплексом пробоподготовки и инвертированным металлургическим микроскопом существенно повысилась эффективность проводимых научно-исследовательских работ, благодаря чему удалось в кратчайшие сроки провести массив экспериментов, чтобы подобрать комплекс органических добавок, а также обеспечить требуемую рассеивающую способность электролита и равномерность медных покрытий в отверстиях.

В настоящее время ведется работа по доработке технологии, включая разработку рабочего алгоритма кондиционирования электролита. Начало опытно-промышленных испытаний на действующих производствах запланировано на третий и четвертый кварталы 2023 года.

Источник: [Effect of organic additives on copper electrodeposition in the manufacture of printed boards](#)

Энергосберегающий светодиод для OLED-экранов

Химики из Санкт-Петербургского государственного университета синтезировали металлоорганические люминофоры на основе ациклических диаминокарбенов, которые в перспективе позволят повысить эффективность светоизлучения OLED до 100%.

Органические светоизлучающие диоды, известные как OLED, являются наиболее перспективными продуктами в производстве электроники. Они гибкие, тонкие и имеют низкое энергопотребление. Однако даже при этом

только 25% потребляемой мощности может быть преобразовано в свет. Остальные три четверти преобразуются в тепло, нагревая устройство.

Исследователи использовали перспективный синтетический метод, при котором сначала формируется металлсодержащее соединение, а окончательная модификация органического фрагмента осуществляется непосредственно внутри этого соединения. Это позволило получить ранее недоступный тип люминесцентного материала с улучшенными свойствами.

Синтезированный люминофор светится зеленым светом при подаче электрического тока. Для проведения экспериментов ученые собрали модель органического светодиода с использованием этого вещества в качестве излучающего слоя. Изобретение показало высокую степень стабильности. Свет оставался постоянным даже при изменении напряжения, и устройство не перегревалось во время работы. Экспериментальные образцы были в 1,5 раза ярче ближайшего аналогичного изделия. Ученые также обнаружили, что при изменении конструкции светодиода свечение становилось белее. Это позволяет использовать люминофоры для производства как зеленых, так и белых источников света.

Источник: [Cyclometalated platinum\(ii\) complexes with acyclic diaminecarbene ligands for OLED application](#)

Высокоочищенный хлорид алюминия для нефтехимии

Научно-исследовательский институт редкометаллической промышленности (АО «Гиредмет им. Н.П. Сажина», входит в научный дивизион Госкорпорации «Росатом») открыл экспериментальный участок получения высокоочищенного безводного хлорида алюминия ($AlCl_3$). Установка, разработанная специалистами института, позволила запустить новую производственную площадку.

Безводный хлорид алюминия – неорганическое соединение, используемое во многих областях нефтехимической промышленности, а также в производстве смазочных масел, автомобильного топлива, синтетического каучука и других полимеров. Новая установка позволит заменить поставки аналогичного сырья зарубежного производства и даст возможность выпускать безводный порошок с однородным размером частиц чистотой до 99,999% в зависимости от потребностей заказчика. При этом производственная мощность нового оборудования составляет не менее 0,5 кг/час.

Разработанная установка оригинальна, аналогичной продукции в России нет, достаточно проста в исполнении и экономически недорога. Ее мощность позволяет обеспечить качественные характеристики сырья.

Источник: [Ученые Росатома создали производство высокочистого вещества для нефтехимии](#)

Технология извлечения техногенного золота

Ученые из НИТУ МИСИС, Санкт-Петербургского горного университета, Московского Политехнического Университета и РТУ МИРЭА предлагают новую технологию извлечения ценных компонентов.

В процессе добычи и последующей переработки полезных ископаемых образуется большое количество отходов и, несмотря на то, что в огромных массивах пустой породы содержится значительное количество черных, цветных, драгоценных и редкоземельных металлов, из-за отсутствия экономически выгодных и экологически безопасных технологий глубокой переработки сырья, обеспечивающих максимальное извлечение ценных компонентов, объем промышленных образований растет в геометрической прогрессии.

По мнению ученых, если отечественная промышленность перейдет от простой добычи к технологиям, обеспечивающим полный цикл освоения геологических ресурсов с привлечением некондиционной руды и промышленных отходов, это сделает компании более конкурентоспособными в условиях финансовой глобализации, позволит им выпускать дополнительную продукцию и получать более высокую прибыль, а также улучшит экологическую обстановку в районах добычи.

Специалисты установили, что прежде чем выщелачивать металлы из пустой породы, ее необходимо максимально измельчить. При этом на полноту извлечения также влияют концентрация и щелочность (рН) рабочего раствора. По оценкам экспертов, процент извлекаемых полезных компонентов составляет 15-25%, что связано с вовлечением в горнодобывающую промышленность промышленных отходов.

Перед выщелачиванием промышленные отходы должны быть измельчены. Наиболее эффективным методом является механическая активационная обработка в специальной машине для дробления – дезинтеграторе.

Источник: [Российские ученые создали новую технологию извлечения техногенного золота](#)

Альтернатива полупроводниковой электронике

Учёные из Национального исследовательского центра Курчатовского института и Института общей физики имени А.М. Прохорова РАН разработали новый класс материалов для электроники будущего – спиновой электроники.

Авторы данного исследования изготовили многослойные материалы из тончайших магнитных пленок редкоземельных элементов, графена или его аналогов и кремниевой основы. В таких структурах немагнитный графен

приобретает магнитные свойства и выступает в качестве носителя информации. Полученные гетероструктуры не только расширяют возможности традиционной полупроводниковой технологии, но и могут быть применены для создания новых типов электроники, отмечают физики.

В мире уже давно пытаются найти более компактные и энергоэффективные альтернативы полупроводниковой электронике. Одним из таких решений является спиновая электроника. Устройства, основанные на этом принципе, могут, например, удерживать электрический заряд дольше, чем современные технологии. В обычной электронике информация передается и хранится за счет переноса заряда, в то время как в спиновой электронике информация передается и хранится за счет спина электронов. Спин – это квантовая характеристика частиц, то есть он определяет направление вращения электрона, которое изменяется под воздействием магнитного поля.

Физики обнаружили, что при наложении магнитной тонкой пленки редкоземельного металла европия на слой графена или его кремниевого аналога – силицена – проявляется сильный ферромагнетизм. Сила этого эффекта такова, что графен и силицен становятся магнитными. Аналогичный эффект демонстрирует германен – пленка германия с двумерной кристаллической структурой, аналогичной графену.

В настоящей работе графен или его аналоги были соединены с моноатомным слоем европия и нанесены на кремниевую подложку. Полученная структура в целом является гетероструктурной и имеет потенциальное применение в спиновой электронике.

Магнитные слои могут быть использованы для управления спином электронов в графене, а при сочетании этих материалов с кремнием такие решения могут дополнить традиционные полупроводниковые технологии.

Источник: [Proximity Coupling of Graphene to a Submonolayer 2D Magnet](#)

Материал для защиты аккумуляторов от возгорания

Учёные из Института химии Санкт-Петербургского государственного университета создали специальное полимерное покрытие для литий-ионных батарей, способное предотвратить взрыв аккумулятора. Разработка снижает риск самовозгорания электронного оборудования, а также риск травм и аварий в быту и на производстве.

Литий-ионные батареи могут воспламеняться из-за теплового разгона батареи, то есть резкого повышения температуры батареи в аварийном режиме работы. Это происходит, когда напряжение батареи превышает предельное значение или, наоборот, падает ниже допустимого минимума.

Первое явление называется перезарядом батареи и часто связано с неисправным зарядным устройством. Второе явление – падение напряжения ниже допустимого предела, вызвано коротким замыканием или чрезмерным разрядом и может привести к возгоранию батареи. Такие случаи обычно связаны с нарушением работы электронной схемы устройства, внешними механическими воздействиями или неправильной сборкой.

Учеными были разработаны специальные полимеры, которые при резком повышении напряжения или температуры превращаются из проводника в диэлектрик. Обычно полимерное покрытие внутри литий-ионного аккумулятора не мешает его работе.

Стоит отметить, что при резком скачке напряжения материал превращается в диэлектрик и перестает проводить электричество. В результате батарея перестает выделять тепло и исключается опасность взрыва, поэтому такой материал может повысить безопасность батарей, применяемых в ноутбуках, смартфонах и других электронных устройствах, а также электромобилей с высоковольтными аккумуляторами.

Источник: [Li-Ion Battery Short-Circuit Protection by Voltage-Driven Switchable Resistance Polymer Layer](#)

Универсальный электролит

Исследователи из НИТУ МИСИС совместно с коллегами из РХТУ им. Д. И. Менделеева предложили новый универсальный и экологичный электролит для аккумуляторов и суперконденсаторов, который работает в рекордно-широком диапазоне температур – от -70 до 60 °С. Предложенный учеными состав показал высокую ресурсоустойчивость: после 10 000 циклов заряда-разряда потеря емкости составила всего 10%.

Электролиты – это вещества, расплавы или растворы, проводящие электрический ток. Электролиты используются как в суперконденсаторах, так и в аккумуляторах. Суперконденсаторы отличаются от аккумуляторов тем, что являются источником мощных импульсов энергии в течение короткого времени. Суперконденсаторы используются там, где требуется высокая мощность в течение короткого времени, например, в транспортных системах.

Тем не менее, большинство электролитов, используемых в суперконденсаторах, имеют ограниченный диапазон рабочих температур. Некоторые из них эффективны при температурах около -60 °С и даже ниже, другие плохо работают при комнатной температуре, а некоторые, наоборот, только при температуре выше $+50$ °С. С одной стороны, высокие температуры ускоряют деградацию электролита, а с другой - низкие температуры снижают подвижность ионов и ограничивают емкость суперконденсаторов.

Объединенный коллектив исследователей предложил универсальный электролит с добавлением винилкарбоната. Этот электролит обеспечивает эффективную работу ультраконденсаторов в широком диапазоне температур

от -70 до +60°C. Кроме того, предложенный исследователями электролит может быть легко получен путем модификации имеющихся в продаже электролитов, что значительно снижает производственные затраты.

Учеными был протестирован электролит в большой гальванической батарее, предложенный состав показал высокую стабильность в течение всего срока службы – после 10 000 циклов заряда-разряда потеря емкости составила всего 10%.

В дальнейшем будут изучены характеристики электролита при механических воздействиях на различных частотах с использованием различных электродных материалов в суперконденсаторах.

Источник: [Vinylene carbonate, toluene and diethyl ether as electrolyte additives for a wide-temperature range operating of EDLCs](#)

Высококачественные белые пигменты из отходов

Ученые из Белорусского государственного технологического университета, НИТУ МИСИС и Института общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси предложили метод получения высококачественных белых пигментов из отработанных электролитов цинкования на основе хлорида аммония. В качестве исходного материала исследователи использовали образцы отработанных электролитов цинкования, полученные с белорусского машиностроительного предприятия. Промышленные электролиты обычно содержат примеси катионов железа и блескообразователей, которые могут влиять на качество получаемых пигментов.

Производство пигментов из отработанных электролитов цинкования включает в себя извлечение самих гальванизирующих электролитов, осаждение ионов цинка фосфатом натрия, фильтрацию полученного осадка, вымывание из него водорастворимых солей и последующую температурную

обработку. При этом растворы, оставшиеся после извлечения наиболее ценного и токсичного компонента – иона цинка, могут быть безопасно утилизированы на местных предприятиях.

По мнению авторов исследования, производство пигментов из отработанных электролитов цинкования не только обеспечивает промышленность высококачественными пигментами, но и снижает воздействие на окружающую среду. Это связано с тем, что после извлечения ионов цинка такие отходы могут быть переработаны без использования дорогостоящего оборудования и дополнительных мер безопасности.

Источник: [Pigments from spent ammonium chloride zinc plating electrolytes](#)

Сверхъяркие и мощные светодиоды

Ученые из Дальневосточного федерального университета создали люминофор на основе керамики оптического качества. Авторы предложили инновационный метод оптимизации его состава и спекания исходных компонентов, научившись настраивать микроструктуру готового материала.

Белые светодиоды широко используются в повседневной жизни, но они недостаточно мощные. Коммерческие изделия содержат люминофоры, представляющие собой легированные церием алюмоиттриевые гранаты (YAG) на основе светопреобразователей, закрепленные в кремнийорганической смоле. Однако из-за неравномерного нанесения и низкой теплопроводности эти конструкции светятся неравномерно и "выгорают" в процессе эксплуатации. В то же время для подводных работ, авиации, автомобильной промышленности и поисково-спасательных операций требуются сверхъяркие белые светодиоды, хотя они не столь энергоэффективны. Светоизлучающие материалы, используемые в таких приборах, должны быть термостабильными, компактными, долговечными, а также иметь состав и форму, не наносящие вреда окружающей среде в

процессе эксплуатации и последующей утилизации. Керамические люминофоры, одни из самых современных, изготавливаются при относительно высоких температурах спекания, а сам процесс занимает длительное время.

Исследователи получили двухкомпонентный керамический композиционный материал на основе Ce:YAG и термостабильного компонента, в качестве которого был выбран оксид алюминия. В результате теплопроводность керамического материала такого состава оказалась в 15 раз выше, чем у исходного порошка. Кроме того, частицы оксида алюминия изменили распределение света в люминофоре, что привело к равномерности цвета светодиодов и высокой световой отдаче, достигшей 80,7%.

В то же время ученые предложили новый подход – реактивно-искровое плазменное спекание, во время которого происходит активное уплотнение материала за счет искровых разрядов и фазовых превращений между спекаемыми частицами. Такой подход позволил снизить температуру спекания материала на 20%, а общее время процесса - в 10-20 раз по сравнению с традиционными методами вакуумного спекания. Исследователи получили композиционные материалы с плотностью, близкой к теоретической, а размер составляющих их элементов достиг наноразмеров, что сопоставимо с размерами бактерий.

Таким образом, авторы разработали быстрый, относительно простой и экономически эффективный «одностадийный» подход, который позволил получить термостойкие и эффективные светопреобразователи для сверхъярких осветительных приборов.

Источник: [Reactive SPS of Al₂O₃-RE:YAG \(RE = Ce; Ce+Gd\) composite ceramic phosphors](#)

Новые способы реализации промышленных процессов

Вещества малых концентраций

Ученые из МФТИ показали, как можно увеличить предел обнаружения малых концентраций веществ с помощью плазмонных наноструктур, которые используются в биомедицинской диагностике и химическом анализе.

Ученые исследовали усиление сигнала поверхностно-усиленной рамановской спектроскопии (SERS – Surface Enhanced Raman Spectroscopy) структур, нанесенных методом сухой аэрозольной печати с помощью наночастиц золота. Для решения этой задачи они адаптировали методы термической и импульсной лазерной модификации синтезированных наночастиц. Эти методы модификации позволили получить плазмонные наноструктуры, которые в дальнейшем могут применяться во многих областях рамановской спектроскопии.

SERS используется в аналитической химии, биомедицине и промышленности для идентификации веществ в следовых концентрациях. Спектроскопия комбинационного рассеяния света позволяет определить тип молекулы по ее колебательному спектру. В этом методе молекулы поглощают энергию падающего света и мгновенно переизлучают ее на частоте, характерной для данного типа молекул. Эта разность частот регистрируется в виде спектра.

Ученые предположили, что степень агломерации наночастиц на подложке и их средний размер могут существенно влиять на интенсивность комбинационного рассеяния, поэтому они изготовили из наночастиц золота несколько подложек с различной степенью наноструктурирования. В первом типе структуры никаких дополнительных манипуляций с наночастицами не проводилось, во втором – наночастицы подвергались термической обработке,

в третьем – на них воздействовали импульсным лазерным излучением с различной плотностью энергии. В двух последних методах формировались как агрегаты, так и отдельные наночастицы. Однако в случае лазерного модифицирования при максимальной мощности (плотность энергии 12 мДж/см²) общее количество отдельных наночастиц было выше, чем в других случаях, что было подтверждено дополнительными исследованиями с помощью сканирующей электронной микроскопии.

Соотношение количества агломератов и отдельных наночастиц в наноструктуре играет важную роль в усилении SERS-сигнала благодаря способности отдельных наночастиц проявлять сильную локализацию электрического поля. Поэтому, изменяя параметры синтеза, можно влиять на размерные свойства конечных наночастиц, получая нанообъекты определенной формы для эффективного резонансного взаимодействия со светом. Физики подобрали оптимальные параметры синтеза наночастиц золота для максимального усиления рамановского рассеяния.

В будущем ученые планируют применить метод сухой аэрозольной печати для синтеза наночастиц других, более доступных металлов.

Источник: [Effect of Au Nanoparticle Agglomeration on SERS Signal Amplification](#)

Растворы для солевого реактора

Ученые из НИЯУ МИФИ провели исследование, которое поможет ускорить проектирование жидкосолевых реакторов.

Одним из наиболее перспективных направлений развития атомной энергетики является создание жидкосолевых реакторов, концепция которых была разработана в 1960-х годах, но промышленная технология до сих пор не реализована в полной мере. Топливо для таких реакторов состоит из носителя, смеси расплавленных фтористых солей, и растворенного в нем

делящегося материала. Солевые расплавы должны иметь низкую температуру плавления, соответствующую рабочей температуре реактора, низкую коррозионную активность, высокую теплоемкость и электропроводность, низкую вязкость. Кроме того, они должны быть стабильными и совместимыми с материалами конструкции теплообменника, обладать подходящими гидродинамическими свойствами и низким давлением паров в широком рабочем диапазоне.

В качестве солей-носителей рассматриваются смеси фторидов щелочных и щелочноземельных металлов, в основном лития и бериллия. Вместо фторида бериллия используются также фториды натрия и калия. Оба расплава обладают приемлемыми физико-химическими свойствами. Однако бериллиевые смеси токсичны и требуют особого обращения. По этим причинам, а также из-за высокой растворимости делящихся материалов ученые сейчас активно изучают возможность применения альтернативного варианта, в котором используются фториды лития, калия и натрия.

Однако кинетические свойства этой альтернативной солевой смеси до настоящего времени изучены недостаточно, что затрудняет проектирование и эксплуатацию ядерных установок с ее использованием. Поэтому ученые провели анализ кинетических свойств смесей фторидов лития, натрия и калия (включая фториды церия и неодима) в диапазоне температур, охватывающем рабочую температуру жидкосолевых реакторов. Задача исследователей состояла в том, чтобы доказать, что менее опасные фториды лантанидов (цезия и неодима) могут заменить фториды актинидов (тория и урана) в солевых расплавах, а полученная смесь сможет обеспечить быстрый распад радиоактивных элементов и хороший теплоотвод, и выступить в качестве перспективного растворителя ядерных отходов.

По мнению ученых, данные, полученные в результате этого исследования и разработанные межатомные потенциалы, могут быть использованы при проектировании жидкосолевых реакторов и моделировании их работы.

Источник: [Molecular Dynamics and Experimental Study of the Effect of CeF₃ and NdF₃ Additives on the Physical Properties of FLiNaK](#)

Конструкция акселерометра

Ученые из Института механики сплошных сред Уральского отделения РАН (филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения РАН) запатентовали новую конструкцию акселерометра, сделав его пригодным для измерения изменяющегося со временем ускорения и исключив необходимость в частой калибровке датчика.

В новой модели датчика ученые предложили отказаться от магнитных методов измерения величин перемещений. Для формирования полезного сигнала в конструкцию введен лазерный интерферометр или триангуляционный дальномер, а на краю чувствительного элемента размещается отражающий элемент, что исключает контакт с магнитной жидкостью. Таким образом, в новой конструкции магнитная жидкость выполняет лишь роль «смазки», предотвращающей трение чувствительного элемента о стенки прибора, и не участвует непосредственно в формировании полезного сигнала, поэтому отпадает необходимость в постоянной калибровке датчика.

Предложенное техническое решение реализовано в действующем лабораторном макете. Изобретателями получен патент. В ближайшее время научный коллектив создаст необходимые инженерные и физические модели устройства перед запуском в производство.

Источник: [Пермские ученые запатентовали новую конструкцию акселерометра](#)

Способ получения стойких полимеров

Ученые РХТУ им. Д.И. Менделеева и ИНЭОС РАН разработали новый способ получения стойких полимеров для космоса, электроники и современной энергетики. Такие полимеры характеризуются высокими механическими и диэлектрическими свойствами, а также термо-, радиационной и химической стойкостью. Они находят применение в различных областях, включая электронику, аэрокосмическую, энергетическую, нефтегазовую промышленность и медицину. Предлагаемый метод синтеза значительно ускорит и упростит весь производственный цикл и позволит создавать полимеры с широким спектром свойств. Ученые убеждены, что данная разработка позволит российским компаниям производить высококачественное отечественное сырье, по своим свойствам не уступающее и даже превосходящее зарубежные аналоги.

Синтез ароматических углеводородных и гетероциклических полимеров, ярким примером которых являются полиимиды, является одной из наиболее изученных и высокоразвитых областей химии конденсированных полимеров. Полиимиды выдерживают температуру до 400 °С и обладают сложными техническими и эксплуатационными свойствами, включая высокие механические и диэлектрические свойства, радиационную стойкость и химическую стойкость. Полиимиды часто армируют углеродными и стеклянными волокнами для получения различных композитных материалов.

Сегодня термостойкие полимеры широко используются в различных высокотехнологичных отраслях, включая электронику, аэрокосмическую промышленность, энергетику, нефтегазовую отрасль и медицину. В

частности, карбоксилсодержащие полиимиды (КПИ) представляют все больший научный и практический интерес при создании газоразделительных мембран и термостойких покрытий. Синтез КПИ традиционно осуществляется в две стадии, что имеет существенные недостатки. Первая стадия требует предварительного синтеза полиамидных кислот, которые характеризуются своей нестабильностью. Циклизация аминокислот в полиимиды происходит на второй стадии, которая также имеет недостатки: она часто бывает неполной, покрытие получается жестким и невозможным без использования дополнительных составов для улучшения адгезии.

Предложенный учеными метод синтеза органорастворимых КПИ позволяет избежать этих проблем. Он позволяет получать такие полимеры за короткое время (от 1 до 4 часов) в малотоксичных растворителях без использования традиционно применяемых катализаторов, минуя стадии выделения и очистки, что значительно упрощает получение КПИ и их дальнейшее применение в различных областях.

Исследовательской группой также были разработаны и получены лаки на основе КПИ для формирования первичных защитных покрытий на оптических волокнах. Такие покрытия проще в изготовлении, чем зарубежные аналоги, и характеризуются термической и гидролитической стабильностью, обеспечивая более надежную и длительную эксплуатацию конечного продукта.

Источник: [Autocatalytic one-step high-temperature synthesis of carboxylated polyimides for *in-situ* high performance applications](#)

Микрореакторы для производства лекарств

Ученые из РХТУ им. Д.И. Менделеева разработали новую конфигурацию микрореакторов для фармацевтической и пищевой промышленности.

Учеными разработаны новые микрофлюидные проточные реакторы с уникальной конструкцией зон смешения химических веществ. Микрофлюидные проточные реакторы (микрореакторы) используются для синтеза различных веществ в каналах микро- и нанометрового размера. В отличие от традиционных реакторов корпусного типа, их малые размеры позволяют существенно повысить эффективность производственных процессов. Стоит также отметить, что они более безопасны.

Для определения оптимальной геометрии реактора сначала создается 3D-модель в САD-системе. Затем эта геометрия подвергается CAE- и CFD-расчетам в таких программах, как Ansys Fluent или Comsol. В результате моделирования получают конкретные значения распределения концентрации, температуры, скорости потока и его интенсивности. На основе этих результатов производится корректировка геометрии, и цикл оптимизации повторяется. При использовании этого метода практически все проблемы проектирования могут быть решены на начальном этапе разработки, что значительно снижает затраты на исследования.

При этом масштабирование проточной технологии для промышленной эксплуатации не представляет сложности (в отличие от емкостной технологии), так как наблюдается геометрическое подобие.

Данная разработка позволит наладить отечественное производство высокоэффективных, точных и безопасных компактных реакторов для различных фармацевтических, химических и пищевых производств.

В настоящее время готовится патентная заявка на зону смешивания в микрофлюидном реакторе.

Источник: [В РХТУ им. Д.И. Менделеева разработали новую конфигурацию микрореакторов для фармацевтической и пищевой промышленности](#)

Однокамерные реакторы непрерывного действия для аэробного гранулированного ила

Ученые из Института водных исследований Университета Гранады (Испания), Университета Тускиа (Италия) спроектировали четыре однокамерных реактора непрерывного действия с аэробным гранулированным илом. Исследователи эксплуатировали их в лабораторных условиях с целью оценки и выбора конфигурации биореактора с высокой эффективностью удаления органических веществ при сохранении стабильной грануляции в течение длительного времени.

Аэробные реакторы с гранулированным илом обычно работают в последовательном режиме дозирования, однако такая конфигурация ограничивает возможность обработки больших объемов сточных вод и требует наличия системы хранения. Для полноценного внедрения этой технологии необходимо разработать простые, компактные биореакторы непрерывного действия, способные обрабатывать большие объемы сточных вод.

Аэробный гранулированный ил (АГИ) является перспективной биологической системой очистки сточных вод, поскольку он превосходит другие технологии, такие как традиционный активный ил. Гидродинамические сдвиговые силы и непрерывное круговое движение приводят к образованию компактных гранул, образованных микроорганизмами, иммобилизованными и стабилизированными в полимерной матрице. Такая плотная структура является преимуществом технологии, поскольку высокая плотность способствует лучшему осаждению, а для разделения жидкости и твердого тела требуется меньше времени и места, что позволяет создавать более компактные очистные сооружения. Кроме того, плотная гранулированная структура способствует накоплению биомассы, круглая форма максимально увеличивает площадь

поверхности, а высокая компактность облегчает массоперенос и создает разницу в содержании кислорода и питательных веществ между внешним и внутренним слоями. Это способствует расслоению микроорганизмов на слои, в результате чего в одной и той же грануле обнаруживаются различные метаболиты. Таким образом, АГИ может удалять органику, фосфор, азот и другие вещества, включая фармацевтические препараты, эндокринные разрушители, фенольные соединения, красители, тяжелые металлы, твердые частицы, ядерные отходы и сернистые аминокислоты. По этим причинам системы АГИ могут использоваться для очистки питьевой воды, а также городских и промышленных сточных вод.

Реакторы непрерывного действия (РНД) имеют много преимуществ перед реакторами периодического действия (РПД), и их развитие рассматривается в последние годы.

В последнее время изучаются вопросы разработки реакторов непрерывного потока (РНП), поскольку они имеют много преимуществ перед реакторами периодического действия (РПД): например, непрерывный поток позволяет обрабатывать большие объемы сточных вод, а сама технология может быть доуплотнена, поскольку не требует традиционных систем хранения. В настоящее время актуальной задачей является поиск хорошей конструкции реактора, которая сохраняла бы гранулированную биомассу и способствовала бы развитию нитчатых грибов и грибкового выщелачивания.

Предложены различные конструкции реакторов непрерывного действия для АГИ. Они основаны на отбойных колоннах, непрерывных многокамерных установках, использовании осветлителей, реакторы непрерывного действия с погружными мембранами или гибридных системах РНП-РПД. Однако перечисленные выше конфигурации имеют свои недостатки, такие как ограничения по гранулированию, разрушение гранул в

системах возврата осадка, рост нитевидных микроорганизмов, сложность конструкции и обслуживания, поэтому необходимы дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию конструкции и конфигурации давлений извлечения биомассы, улучшение оперативного контроля и обеспечение возможности полномасштабного внедрения.

Исследователями были разработаны и испытаны четыре новые и простые конфигурации РНП-РПД, каждая из которых оснащена различными перегородками. Новые биореакторы имеют более простую конструкцию, что делает их более удобными и менее затратными в строительстве и обслуживании.

По словам авторов, эксперименты в лабораторном масштабе показали, что новая и простая конструкция биореактора может быть перспективной для его внедрения в полном масштабе. Однако, необходимы дальнейшие исследования по оптимизации текущей модели и определению наиболее подходящих рабочих параметров для полномасштабной очистки бытовых отходов.

Источник: [Description of new single-chamber continuous-flow reactors of aerobic granular sludge: Technical and biological study](#)

Раздел «Инновационная медицина»

Наночастицы для лечения рака

Ученые из НИТУ МИСИС предложили новую технологию получения наночастиц для магнитной гипертермии, которая является перспективным методом лечения онкологических заболеваний. Представленный метод позволяет получать вещества со специально подобранными свойствами для лечения различных опухолей.

Магнитная гипертермия заключается в разрушении опухолевых клеток путем локального нагрева. Магнитные наночастицы вводятся в опухолевую ткань и под действием внешнего переменного магнитного поля нагреваются до 43-45 °С, что приводит к разрушению опухолевой ткани, при этом стоит отметить, что окружающие здоровые клетки не повреждаются.

Свойства наночастиц на основе магнетита или маггемита – наиболее распространенных агентов магнитной гипертермии – изменяются в очень узком диапазоне, что затрудняет их контролируемое варьирование в зависимости от типа опухоли.

Ученые предложили получать наноматериалы с магнитными свойствами путем добавления индия в основу композитного оксида – гексаферрита стронция. Эта технология позволит создавать препараты со свойствами, адаптированными к индивидуальным условиям, при лечении различных онкологических опухолей.

В дальнейшем научная группа планирует усовершенствовать эту технологию для получения большего количества образцов с различной степенью легирования. В конечном итоге эта технология станет прототипом для производства магнитных гипертермических агентов, которые затем можно будет масштабировать для применения в реальных условиях.

Источник: [Structure and Magnetic Properties of SrFe_{12-x}In_xO₁₉ Compounds for Magnetic Hyperthermia Applications](#)

«Тканевой пистолет», сшивающий раны биополимером

В НИТУ МИСИС представили первый в России «тканевой пистолет», который может останавливать кровотечения и запускать регенеративные процессы при ранениях легкой и средней степени тяжести.

Барьерный эффект на поврежденной коже достигается за счет высокоточной двухкомпонентной доставки таких веществ, как анестетики, кровеостанавливающие и антимикробные препараты, параллельно раневой поверхности. После сшивания биологически активные вещества образуют на ране пленку, создающую благоприятные условия для предотвращения бактериальной инфекции и способствующую заживлению. В материал также могут быть добавлены лекарственные препараты (антибиотики, анестетики) для предотвращения бактериальной инфекции и обезболивания.

Корпус и компоненты были напечатаны в НИТУ МИСИС с использованием технологий 3D-печати FDM и SLA. Цена образца составляет 40 000 руб. По мнению создателей устройства, после начала коммерческого производства вместо 3D-печати будет использоваться литье из пластика, что будет еще дешевле. При необходимости 3D-принтеры можно будет использовать для печати деталей "пистолета" в зоне вооруженных действий.

Официальное название запатентованного устройства – ручной автономный комплекс двухкомпонентной 3D-биопечати с ультразвуковой системой полимеризации для лечения раневых поверхностей. Широкие функции ручного электромеханического управления подачей материала позволяют тонко настраивать и изменять соотношение компонентов в режиме реального времени. Система поддерживает шприцы с биоматериалами емкостью в два раза большей, чем аналогичные изделия в

мире (до 22 мл), что повышает автономность работы устройства. Кроме того, в разработанном устройстве сложные системы транспортировки материала в зону печати заменены на более простые и функциональные. Впервые применена конструкция на основе ультразвуковой мембраны с системой автоматической подачи сшивающего агента, позволяющая осуществлять концентрированный аэрозольный впрыск сшивающего агента в зону печати.

Исследователями была проведена серия исследований *in vivo* в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Результаты показали, что использование двухкомпонентного гидрогеля ускоряет заживление ожоговых ран в экспериментах на лабораторных мышах. В настоящее время проводится исследование тканей после заживления.

Источник: [Ручное автономное устройство двухкомпонентной биопечати для лечения раневых поверхностей и способ нанесения покрытия на раневую поверхность ручным автономным устройством \(Патент RU2793065C1\)](#)

Стельки, помогающие анализировать походку человека

Ученые из Швейцарии изготовили на 3D-принтере индивидуальные стельки со встроенными датчиками, которые измеряют давление на подошву стопы прямо в обуви в режиме реального времени.

Новые стельки не только удобны в использовании, но и просты в изготовлении. В качестве основы материаловеды выбрали смесь наночастиц силикона и целлюлозы. С помощью токопроводящих чернил, содержащих серебро, проводники печатаются на первом слое стельки. Затем с помощью чернил, содержащих сажу, на проводники в определенных местах наносятся датчики. Датчики размещаются точно в местах наибольшего давления на подошву стопы. Для защиты датчиков и проводников исследователи

покрывают их слоем силикона. Поверхности силиконовых слоев обрабатываются горячей плазмой для повышения их адгезии друг к другу.

В качестве датчиков для измерения нормальных и сдвигающих усилий используются пьезоэлектрические элементы, преобразующие механическое давление в электрические сигналы. Также исследователи встроили в стельку интерфейс для считывания получаемых данных.

В настоящее время для получения данных со стельки требуется кабельное соединение. В дальнейшем разработчики планируют сделать это соединение беспроводным.

В будущем 3D-печатные стельки со встроенными датчиками могут использоваться спортсменами. Стельки также могут применяться в физиотерапии, например, для измерения результатов тренировок и лечения. 3D-принтеры также могут быть использованы для производства постоянных стелек для обуви с различными жесткими и мягкими зонами.

Источник: [Digital manufacturing of personalised footwear with embedded sensors](#)

Биоинженерные патчи для заживления хронических ран

Ученые из НИТУ МИСИС и НИИ клинической и экспериментальной лимфологии доказали, что биоинженерная конструкция из полимерного материала для терапии хронических труднозаживающих язв при сахарном диабете обладает более выраженным лечебным действием, если на неё предварительно нанести биоактивные компоненты из плазмы крови. Заживление раны ускоряется на 32,1% в течение 10 дней, а полное заживление с высокой долей коллагеновых волокон наблюдается к 19-му дню.

Необработанные синтетические полимерные материалы в большинстве своем гидрофобны и поэтому обладают низкой клеточной адгезией, поэтому для придания им гидрофильности и повышения биосовместимости необходима модификация поверхности. В связи с этим ученые провели плазменную обработку для нанесения тонких слоев полимеров, содержащих карбоксильные группы, на поверхность поликапролактоновых нановолокон. Введенные карбоксильные группы улучшили биосовместимость.

Активные соединения богатой тромбоцитами плазмы, иммобилизованные на полимерных подложках, значительно усиливали пролиферацию и миграцию клеток, стимулировали действие макрофагов, модулировали цитокиновый фон раны и позволяли минимизировать воспалительный процесс. Было доказано образование новых капилляров и эпителизация хронических ран.

Подход, основанный на использовании аутологичного материала, и успех экспериментов *in vivo* свидетельствуют о том, что разработанный материал может быть одобрен для использования в терапевтических целях. Матрицы на основе нановолокон модифицированного плазмой поликапролактона, содержащие активные компоненты плазменного происхождения, при внедрении в клиническую практику могут существенно снизить затраты на лечение и улучшить качество жизни пациентов с нейропатическими, нейроишемическими и диабетическими язвами.

Источник: [Plasma-coated PCL scaffolds with immobilized platelet-rich plasma enhance the wound healing in diabetics mice](#)

Новый метод введения вакцин

Ученые из Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского, НИИ гриппа имени А. А. Смородинцева, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и Санкт-

Петербургского государственного университета изобрели и разработали новый способ введения вакцин пациентам через кожу с использованием ватеритного контейнера-носителя и ультразвука.

На сегодняшний день основным методом введения вакцин является внутримышечная инъекция. Этот метод требует определенной квалификации от медицинских работников, а также сопряжен с риском повреждения сосудов и инфицирования места инъекции. Поэтому ученые ищут альтернативные методы вакцинации.

Исследователями был предложен способ введения препарата в организм через волосяной фолликул, не повреждая кожу. Этот метод имеет положительный эффект, так как в коже содержится много клеток иммунной системы, которые защищают организм от вторжения патогенных микроорганизмов.

Для доставки вакцины глубоко в кожу ученые создали специальный субмикронный носитель – пористый шарик из карбоната кальция диаметром 0,9 мкм. Карбонат кальция входит в состав костной ткани, не отторгается организмом и быстро всасывается.

Сонофорез – это метод, использующий ультразвук для усиления доставки лекарственных препаратов местного действия через роговой слой к эпидермису и дерме, широко используется в физиотерапии. Ультразвук позволяет частицам эффективнее проникать в фолликул и достигать антигенпрезентирующих клеток. Далее он захватывает и разрушает антиген, наводя иммунную систему на "врага". Таким образом, формируется иммунный ответ на вакцинацию.

Учеными была протестирована предложенная методика на лабораторных животных. Двум группам мышей вводили одну и ту же антигриппозную вакцину, но разными способами – внутримышечно и по

новой методике. Затем ученые измерили уровень и состав антител в крови мышей. Общий уровень антител в обеих группах испытуемых оказался практически одинаковым. По мнению авторов, данная методика может заменить традиционное инъекционное введение вакцин.

Источник: [Non-invasive transcutaneous influenza immunization using vaccine-loaded vaterite particles](#)

Нейросеть диагностирует состояние коронарных сосудов

Группой ученых из МФТИ, ИВМ РАН и Сеченовского университета предложен альтернативный способ оценки скорости пульсовой волны и эластичности сосудов без проникновения в организм и использования медикаментов.

Основными гемодинамическими показателями являются фракционный резерв кровотока, резерв коронарного кровотока и мгновенный безволновой коэффициент, которые являются индикаторами работы сердечно-сосудистой системы. Нейросеть, разработанная научной группой, позволяет корректировать параметры вычислительной модели с учетом индивидуальных особенностей пациента. Нейросеть была обучена на основе набора параметров, рассчитанных по базе данных, содержащей характеристики так называемой «виртуальной популяции», то есть тысячи вычислительных моделей, описывающих вымышленных пациентов разного возраста и пола с различной эластичностью сосудов, частотой сердечных сокращений и периферическим сопротивлением. Нейросеть была валидирована на анонимизированных ретроспективных данных 100 реальных пациентов, прошедших обследование в Сеченовском университете, и такой подход показал достаточно высокую точность.

Основным преимуществом предложенного метода является возможность оценки таких трудноизмеряемых параметров, как скорость

пульсовой волны в аорте (волна повышенного давления) и эластичность сосудов, на основе широко доступных данных, таких как возраст, ударный объем, частота сердечных сокращений, систолическое, диастолическое и среднее артериальное давление.

Результаты показали, что новый метод повысил точность оценки фракционного резерва кровотока на 4%. Вычислительные эксперименты также показали, что гемодинамическая важность стеноза возрастает у пациентов с увеличением скорости пульсовой волны в аорте до 10-15 м/с и со снижением эластичности ее стенок.

Источник: [Computational Analysis of Hemodynamic Indices Based on Personalized Identification of Aortic Pulse Wave Velocity by a Neural Network](#)

Шприцы по образу пчелиного жала

Ученые из Университета Нового Южного Уэльса (Австралия) считают, что подходящим кандидатом на замену классическому шприцу, позволяющему делать инъекции с меньшими усилиями и минимально травмировать место укола, является пчелиное жало. Несмотря на свою физическую слабость, пчелы надежно прокалывают кожу человека и вводят яд. Небольшое устройство, имитирующее анатомию пчелиной иглы, сможет доставить яд в организм человека с минимальными повреждениями.

Для изучения вопроса исследователи воспользовались высокоскоростной съемкой, компьютерной микротомографией и сканирующим электронным микроскопом, чтобы сделать детальные 3D-снимки всех элементов жала, включая мускулатуру, нервную и железистую ткани.

Более четкие и точные изображения раскрыли необычные свойства защитных механизмов пчелы, и ученые указали на возможность их использования в медицине. Жало, покрытое крошечными зазубринами,

которые направлены на место укуса, проникает глубоко в кожу и закачивает яд после укуса пчелы.

Проведенная 3D-реконструкция позволила исследователям из Австралии создать прототип устройства для инъекций, имитирующий то, как жало прокалывает кожу, проникает в ткани и закачивает внутрь яд.

Источник: [Functional anatomy of the worker honeybee stinger \(*Apis mellifera*\)](#)

Новый метод производства наночастиц для биомедицины

Ученые из НИТУ МИСИС совместно с коллегами из РХТУ им. Д. И. Менделеева и РНИМУ им. Н. И. Пирогова впервые представили простой и легко воспроизводимый метод синтеза удлиненных наночастиц для различных биомедицинских применений, например, в качестве контрастных веществ для МРТ-томографии опухолевых поражений или самостоятельных терапевтических агентов. Технология не требует использования дорогостоящих поверхностно-активных веществ и токсичных субстанций.

В последние годы магнитные наночастицы (МНЧ) находят все более широкое применение в биомедицине, в частности в терапии рака. Популярность МНЧ обусловлена их универсальностью. Малые размеры позволяют им проникать в организм человека, а магнитные свойства позволяют управлять их поведением с помощью внешних магнитных полей.

Наночастицы феррита кобальта (CoFe_2O_4) обладают исключительной химической стабильностью, что имеет большое значение для экспериментов *in vitro* и *in vivo*. В то же время функциональные свойства МНЧ сильно зависят от их формы. Наночастицы CoFe_2O_4 в форме стержней являются одними из наиболее перспективных, однако в биомедицине они остаются малоизученной темой из-за сложности их изготовления. До сих пор эта

проблема не решена наиболее распространенными методами химического синтеза наночастиц с использованием металлосодержащих прекурсоров - веществ, участвующих в реакциях, приводящих к образованию конечного продукта.

Представленная группой ученых технология синтеза чистых стержневых наночастиц CoFe_2O_4 не только легко воспроизводима и не требует использования дорогостоящих токсичных прекурсоров, но и универсальна, поскольку из аналогичных материалов можно легко синтезировать и другие МНЧ, например, феррит цинка ZnFe_2O_4 , феррит никеля NiFe_2O_4 и феррит марганца MnFe_2O_4 .

По словам исследователей, синтезированные МНЧ CoFe_2O_4 , за счет стержнеобразной формы показали высокую эффективность в магнитомеханическом разрушении злокачественных опухолей в экспериментах *in vitro*, и могут быть использованы в качестве контрастного вещества в магнитно-резонансной томографии.

Ученые планируют продолжить исследования, модифицируя магнитные наночастицы специфическими молекулами, связывая их с клеточными рецепторами и управляя активностью рецепторов под действием внешнего магнитного поля.

Источник: [Новый метод упростит и удешевит производство наночастиц для биомедицины](#)

Микрожидкостный чип на основе капилляров для быстрого выявления острого инфаркта миокарда

Ученые из Университета китайской медицины Цзянси, Сямыньского университета, Технологического университета Чэнду, Цзюцзянского научно-исследовательского института Сямыньского университета разработали

микрофлюидные чипы на основе капилляров, отличающиеся низкой стоимостью и простотой изготовления

Профилактика и раннее лечение сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) являются растущей проблемой здравоохранения во всем мире, а одной из наиболее непосредственно угрожающих жизни форм ССЗ является острый инфаркт миокарда (ОИМ), который может вызвать необратимые повреждения сердца с развитием аритмий, шока и сердечной недостаточности. Острый инфаркт миокарда является основной причиной смерти во всем мире, причем клиническая смертность очень высока и составляет 9 млн. случаев в год. Оперативная диагностика и адекватное лечение могут эффективно снизить смертность и улучшить прогноз. Лечение пациентов с ОИМ в течение одного часа от начала заболевания снижает смертность до 3%, в то время как в течение трех-четырех часов от начала заболевания смертность возрастает до 15%. Ранняя оценка, быстрая диагностика и прогнозирование ОИМ имеют большое значение для снижения смертности. Однако, поскольку примерно 30% пациентов не испытывают типичных симптомов ОИМ, таких как боль в плече, груди, шее, спине или руке, диагностика ОИМ сопряжена со многими трудностями. Диагностика раннего ОИМ проводится с помощью иммуносорбентного анализа, в котором используются антитела, связывающие биомаркеры повреждения миокарда.

Основными биомаркерами являются сердечный тропонин I (сTnI), сердечный тропонин T (сTnT), миоглобин (Myo) и креатинкиназа MB (СК-MB). сTnI – сократительный белок, содержащийся почти исключительно в сердечной мышце, обладает высокой тканевой специфичностью и считается "золотым стандартом" диагностики повреждения миокарда, поскольку обнаруживается не ранее чем через четыре часа после повреждения. Myo – цитоплазматический гемопротеин, обнаруживаемый в сердечной и скелетной

мышцах, является основным белком, исследуемым в начале инфаркта миокарда, а его раннее высвобождение при повреждении миокарда обнаруживается в кровотоке менее чем за 30 минут, однако быстро выводится из организма за счет почечного клиренса. В результате отсутствие тканевой специфичности и относительно короткое время обнаружения ограничивают его значение как полезного маркера. СК-МВ является не только первым кардиомаркером для диагностики ОИМ, но и отражает степень тяжести заболевания и позволяет оценить прогноз. Однако СК-МВ не обладает тканевой специфичностью, имеет слабую стехиометрическую корреляцию со степенью повреждения миокарда и обнаруживается в кровотоке только через 4-8 часов после повреждения. В виду того, что каждый из биомаркеров имеет свои достоинства и недостатки, целесообразно комбинировать эти различные тесты для максимизирования их диагностического потенциала. Поэтому в клинической диагностике эти три биомаркера обычно определяются одновременно.

Микрожидкостные чипы являются очень перспективной платформой для широкого спектра разработок благодаря их революционной миниатюрности и интеграции. Однако традиционные микрожидкостные чипы имеют такие недостатки, как сложность изготовления и обработки, трудоемкость изготовления и высокая стоимость, что препятствует их применению в области реализации тестирования на месте оказания медицинской помощи и *in-vitro* диагностики.

Исследователями из Китая были разработаны микрожидкостные чипы на основе капилляров для быстрого выявления острого инфаркта миокарда (ОИМ), отличающиеся низкой стоимостью и простотой изготовления. Несколько коротких капилляров, конъюгированные с антителами захвата, соответственно, соединялись трубками перистальтического насоса, образуя рабочий капилляр. Два рабочих капилляра заключались в пластиковую

оболочку для проведения иммуноанализа. Мультиплексное обнаружение миоглобина (Myo), сердечного тропонина I (cTnI) и креатинкиназы-МВ (СК-МВ) было выбрано для демонстрации возможности применения и аналитических характеристик микрожидкостного чипа, для быстрого и точного определения в диагностике и лечении ОИМ. Подготовка микрожидкостного чипа на основе капилляров заняла десять минут, а его стоимость составила менее 1 доллара США. Микрожидкостные чипы на основе капилляров характеризуются простотой изготовления и низкой стоимостью, а также являются перспективными для портативного и недорогого обнаружения целевых биомаркеров.

Микрожидкостные технологии стали очень полезной и обнадёживающей платформой, которая предлагает революционные улучшения в области миниатюризации и интеграции. В частности, микрожидкостные чипы открывают светлое будущее для иммуноанализа благодаря своим выдающимся преимуществам. Однако недостатки традиционных микрофлюидных чипов, такие как производственные трудности и стоимость, омрачают прогресс микрофлюидной технологии в таких областях, как реализации тестирования на месте оказания медицинской помощи и *in-vitro* диагностике.

Разработанный учеными прототип микрожидкостного чипа на основе капилляров демонстрирует возможность его применения в иммунологическом анализе. Также прототип перспективен для применения в клинической диагностике.

Источник: [A capillary-based microfluidic chip with the merits of low cost and easy fabrication for the rapid detection of acute myocardial infarction](#)



АКСЕЛЕРАТОР
MENDELEEV



RHTU
им. Д.И. Менделеева

**ПЕРЕДОВЫЕ РЕШЕНИЯ И
РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

[HTTPS://MENDELEEV.VC/](https://mendeleev.vc/)