

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ И ИМПОРТО- ЗАМЕЩЕНИЕ

Развитие отечественной науки — важный фактор политики по импортозамещению. Ученые Национальной академии наук Беларуси успешно разрабатывают технологии и продукцию, которые приходят на смену ранее поставлявшимся в нашу страну из других государств. Представляем некоторые из наиболее важных.

Ориентир на отечественное сырье

Особенность белорусской металлургии – отсутствие собственных сырьевых ресурсов. Практически весь металл, используемый на территории нашей страны, производится за ее пределами. Отсюда и важность рециклинга отходов вместо переработки первичного сырья. Свою лепту в разработку технологий и создание новых материалов на основе вторичных ресурсов вносят ученые и специалисты Института технологии металлов НАН Беларуси.

Литые цинковые аноды

Пример успешного сотрудничества Института с предприятиями республики – импортозамещающая ресурсосберегающая технология изготовления литых цинковых анодов для флагмана отечественной промышленности – Белорусского металлургического завода.

Ее создание и применение позволило использовать цинковые отходы гальванических производств без ущерба качеству готового изделия, а также решило крупную практическую проблему отходов на основном производстве ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК». Ежегодно Институт перерабатывает более 20 т цинковых отходов, образующихся у металлургического завода.



Рис. 1. Литые цинковые аноды для Белорусского металлургического завода

Износостойкий хромистый чугун

В Институте технологии металлов ведутся исследования по улучшению эксплуатационных свойств расходных деталей центробежного дробильно-размольного оборудования, выпускаемого в республике и поставляемого за рубеж. Для таких деталей разработаны составы износостойких хромистых чугунов ИЧХ18ВН и ИЧХ18ВМ и технологии их литья в металлические



Рис. 2. Изделия из сложнолегированных чугунов

и комбинированные формы. При выплавке этих специальных чугунов используется лом легированных сталей, что позволяет снизить себестоимость изделий на 20–25%. При этом сложнолегированный чугун не подвергается термической обработке, имеет твердость 56–62 HRC и повышенную износостойкость в условиях сухого трения. Новые составы сложнолегированных чугунов – ИЧХ18ВН, ИЧХ18ВМ, 450Х18ВФМНБ и ИЧХ18Г2ВМ – имеют патентную защиту в Республике Беларусь (BY23010; 14155).

На опытном производстве ИТМ НАН Беларуси ежегодно из таких чугунов производится свыше 90 т различных деталей (около 20 наименований), поставляемых белорусским и российским предприятиям.

Антифрикционный силумин



Рис. 3. Детали из антифрикционного силумина

Разработанный учеными Института новый, относительно легкий и износостойкий сплав на основе алюминия – антифрикционный силумин – также нашел применение в промышленности Беларуси и России. Он является перспективным материалом для замены деталей из антифрикционных бронз, работающих

в различных узлах трения. Антифрикционный силумин по ресурсу и фрикционному износу превосходит аналоги из бронз, обладает высокой коррозионной стойкостью и малочувствителен к нефти, газовому конденсату, бензину, керосину, воде и атмосферным загрязнениям.

Способы получения заготовок из силумина достаточно просты, производительны и не предусматривают введения дорогостоящих легирующих элементов. Детали из антифрикционного силумина значительно легче и дешевле, чем аналоги из бронз, и поставляются для ОАО «МАЗ», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Осиповичский завод автомобильных агрегатов», ОАО Станкозавод «Красный борец» г. Орша и др.

В рамках критического импортозамещения Институт освоена технология получения лопаток вентиляторных градилен для химических производств. Такие лопатки выполнены из сплава АК9 (ГОСТ 1583–93) и поставляются на ОАО «Могилевхимволокно» взамен вышедших из строя импортных аналогов.

Импортозамещение твердосплавной продукции

К освоению нового направления научных исследований ученых Института подтолкнула санкционная политика, ударившая, в частности, по рынку металлорежущего твердосплавного инструмента. У многих белорусских предприятий возникла проблема его закупки, в то время как ежегодная потребность в нем велика – более 2,2 млн шт. на общую сумму свыше 20 млн долл. Данная продукция у нас практически не производится. Объем ввозимой из Западной Европы, США, Японии, Республики Корея и других стран твердосплавной продукции составлял порядка 55%, около 30% общей потребности обеспечивает Российская Федерация, 10% – Китайская Народная Республика.

Инструмент быстро изнашивается, и каждый год на предприятиях белорусского промышленного комплекса образуется около 100 т твердосплавных отходов, которые можно и нужно перерабатывать. Имеющаяся в республике сырьевая база вторичных ресурсов позволяет создать свое, отечественное производство твердосплавного инструмента, которого ждут промышленники.

К решению задачи в 2022 г. приступили ученые Института технологии металлов, организовав отраслевую лабораторию металлургии сплавов, молодой коллектив которой занялся стратегическим вопросом импортозамещения твердосплавной продукции на основе карбида вольфрама. В настоящее время специалисты реализуют проект по созданию современных технологий производства высокоэффективного металлорежущего инструмента из готового порошка и порошка, получаемого переработкой твердосплавного лома, с последующим упрочнением изготавливаемого инструмента уникальным методом аэродинамического звукового резонансного воздействия, разработанным нашими учеными и позволяющим увеличить его ресурс службы в 4 раза.

В Институте технологии металлов идет работа по подготовке производственных площадей, закупке и оснащению участка новейшим современным технологическим импортным оборудованием стоимостью свыше 1 млн долл. для создания в могилевском регионе уникального производства отечественного инструмента, соответствующего мировым требованиям качества, под брендом «белорусский твердосплавный инструмент». ➔

Инновационные проекты НПО «Центр»

В ОАО «НПО Центр» осуществляются проекты, призванные содействовать выпуску продукции, способной составить конкуренцию зарубежным аналогам.

Технология и оборудование линии для получения сверхтонких модифицированных порошков минеральных материалов

В России емкость рынка микронных минеральных наполнителей только при производстве лакокрасочных и полимерных материалов – 50–60 млн долл. Промышленные предприятия нуждаются в 300–400 тыс. т этих продуктов в год. Потребление функциональных наполнителей составляет 40–50 тыс. т в год, причем подавляющая часть этого объема импортируется. К факторам, обеспечивающим конкурентоспособность подобных продуктов, можно отнести наличие собственной качественной сырьевой базы, современных технологий добычи сырья, сложившейся сбытовой сети.

Сдерживает выпуск микронных наполнителей отсутствие недорогого отечественного оборудования, позволяющего с минимальными затратами получать порошки требуемого качества. В среднем стоимость импортной линии производительностью 1–1,5 т/ч составляет 1,1 млн евро. Это увеличивает срок окупаемости оборудования до 6–8 лет – при том, что большинство российских предприятий ориентируются на срок окупаемости не более 3–4 лет.

В НПО «Центр» разработан и изготовлен высокоэффективный измельчитель с собственной системой аспирации, соответствующий аналогам ведущих западных компаний (рис. 1). В конструкции предусмотрена возможность выполнения футеровки и тел измельчения из керамических материалов для минимизации намола металла и сохранения показателя белизны.

Необходимые функциональные свойства модифицированных минеральных порошков достигаются путем формирования целевых структур

посредством «прививки» модификатора к поверхности частиц по механизму молекулярного наслаивания. Один из наиболее эффективных способов модифицирования минеральных наполнителей – совмещение операций измельчения, воздействия целевым ПАВ и механической активации. То есть для модификации порошков и придания им целевых свойств, в частности получения более тонкодисперсных фракций, а также для снижения энергозатрат создана система подачи жидкого модификатора с заданным расходом (подбираются в зависимости от типа получаемого материала) в активную зону помола.

Разработан классификатор тонкодисперсных порошков с системой аспирации в базовой комплектации, которая может видоизменяться в зависимости от свойств разделяемого материала. Ее эффективность с высокой точностью прогнозируется на основании методик, полученных в ходе проведенных ранее НИР.

Анализируя запросы, поступающие в течение нескольких лет в НПО «Центр», можно определить, в каких микропорошках нуждается рынок.

Среди них:

- *графит, который используют для изготовления плавильных тиглей, футеровочных плит, электродов, нагревательных элементов, получения*

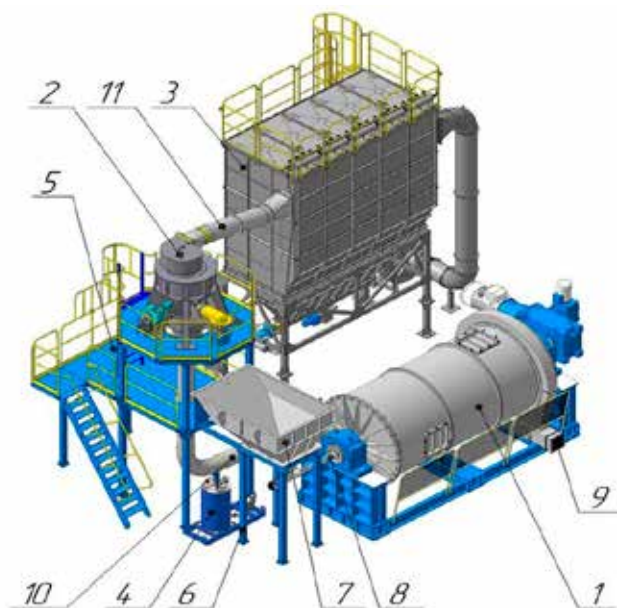


Рис. 1. Линия получения сверхтонких порошков:

- 1 – измельчитель; 2 – классификатор центробежный; 3 – система аспирации; 4 – система подачи модификатора; 5 – площадка обслуживания; 6 – рама; 7 – бункер загрузки; 8 – питатель; 9 – заслонка регулируемая; 10, 11 – воздуховод

химически активных металлов методом электролиза расплавленных соединений, твердых смазочных материалов, наполнителей пластмасс, замедлителей нейтронов в ядерных реакторах, для синтетических алмазов, изготовления тепловой защиты носовой части боеголовок баллистических ракет и возвращаемых космических аппаратов;

- мрамор, кальцит, мел с размером 98% частиц менее 10 мкм для лакокрасочной промышленности;
- пигменты для переработки пиритных огарков либо других материалов на основе оксида железа, многие из которых представляют собой отходы производств (средний размер частиц 3–3,5 мкм);
- электрокорунд для производства шлифовальных паст;
- цемент для получения быстротвердеющих составов, выпуска гидроизоляционных мастик, высокопрочных бетонов;
- тальк для лакокрасочной, целлюлозно-бумажной промышленности, в качестве наполнителей пластика (элементы корпусов автомобилей);
- борат цинка (размером частиц менее 3 мкм) – для выпуска негорючей изоляции электрических проводов и кабелей;
- молотое стекло – для производства дорожной краски с высокими износостойкостью и светоотражением;
- цеолит – для фармацевтической промышленности (препарат «Смекта» и др.).

Установка для гипергравитационной терапии

Еще одним инновационным проектом, выполняемым ОАО «НПО Центр» в области создания современной медицинской техники, является совместная с ГУО «БелМАПО» разработка установки для гипергравитационной терапии в кранио-каудальном («голова-ноги») направлении. Она используется при комплексном лечении больных и в ряде случаев позволяет избежать хирургического вмешательства, добиться более быстрого и стойкого лечебного эффекта, улучшить качество жизни пациентов. Положительное влияние на их здоровье оказывает относительно небольшая перегрузка в 3g в процессе процедуры. Идеи для создания подобного метода терапии были позаимствованы из области космической медицины СССР и применялись для послеполетного восстановления космонавтов. Установка востребована в травматологии и ортопедии, хирургии, при сосудистых патологиях, заболеваниях

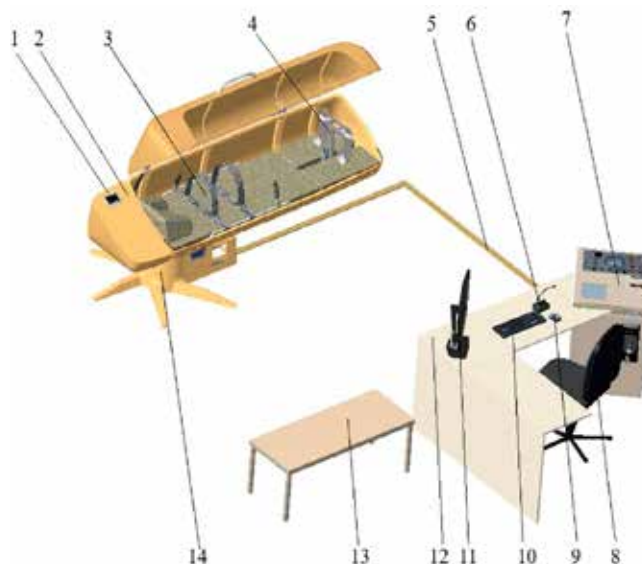


Рис. 2. План размещения установки:

1 – монитор BENEVIEW T1 MINDRAY; 2 – бокс; 3 – платформа вращающаяся; 4 – кронштейн ножного упора; 5 – кабель 4G1,5 + 2x0,75, экранированный; 6 – устройство переговорное АМ-30, дуплекс; 7 – пульт управления; 8 – стул офисный; 9 – мышь проводная USB Type-A; 10 – клавиатура проводная USB Type-A; 11 – монитор PFLIP524357EYM; 12 – стол; 13 – кушетка; 14 – привод платформы

нервной и мочеполовой системы, перспективна при некоторых недугах эндокринологического и оториноларингологического профиля.

Аппарат представляет собой платформу, установленную на привод таким образом, чтобы голова пациента находилась на оси вращения. Для удобного размещения предусмотрены медицинский матрац с подушкой эргономичной формы, регулируемые ручки, а также ремни безопасности (рис. 2). Состояние пациента контролируют разнообразные датчики и видеокамеры. Предусмотрен тренажер для совершения мышечной работы нижними конечностями (велозергометр и степпер). Установка может работать в комплексе с физиотерапевтическими аппаратами для миостимуляции или пневмокомпрессионной терапии. Расширение диагностических и терапевтических функций системы достигается благодаря дополнительному оборудованию (пульсоксиметр, тонометр и др.) и воздействию лечебными физическими факторами.

Изготовление опытного образца закончено, ведется подготовка к проведению комплексных испытаний. Установка будет выпускаться на ОАО «НПО Центр». Планируется ее внедрение в большую часть медицинских и оздоровительных учреждений Республики Беларусь. ➔

Композитные материалы для деталей и агрегатов

В рамках программы импортозамещения Институтом механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси производится и по прямым хозяйственным договорам ежегодно поставляется предприятиям республики продукции на сумму 400–500 тыс. долл.

Это композиционные материалы на основе алифатических полиамидов и насыщенных полиэфиров (более 80 т/год) и изделия из них (более 20 тыс. экз.) для бытовой техники, электроизоляторов, деталей сельскохозяйственной и автотракторной техники, железнодорожного транспорта. Фрикционные диски, накладки, втулки, тормозные диски и колодки из безасбестовых фрикционных материалов изготавливаются для ОАО «БМЗ», ОАО «МТЗ» (около 40 тыс. шт. в год); фильтры серии «Гриф», элементы фильтрующие ЭФВП-Г-20, ремкомплекты клапанов компрессоров – для ОАО «ПО Белоруснефть».

Безасбестовые фрикционные композиты

Институт выпускает следующие безасбестовые фрикционные композиты и изделия из них с улучшенными виброакустическими характеристиками: тормозные колодки для узлов натяжения технологического оборудования для про-



Рис. 1. Изделия с улучшенными виброакустическими характеристиками

изводства металлокорда, проволоки, кабелей и текстиля; тормоза для мини-тракторов мощностью 14 л.с.; втулки фрикционные для жаток кормоуборочной техники «Гомсельмаш»; масло-охлаждаемый тормозной диск колесных тракторов мощностью 220–350 л.с.; тормозной диск тракторов мощностью 80–150 л.с.; тормозные колодки буровых установок «DRILMEC» (рис. 1).

Используются хорошо дозируемые материалы на основе порошковых термореактивных смол, синтетических каучуков, органических и минеральных волокон, наполнителей и модификаторов, перерабатываемые в изделия методом прямого прессования на стандартном оборудовании.

По термостойкости и износостойкости материалы не уступают зарубежным образцам и дешевле их в 1,2–2 раза, на отечественном рынке аналоги отсутствуют. Применяются в машиностроении, металлургии, на транспорте (фрикционные узлы трения тракторов «Беларус», зерно- и кормоуборочных комбайнов, металлообрабатывающих станков, технологическое оборудование для производства металлокорда, для технического обустройства аэропортов, железных дорог и нефтеперерабатывающих комплексов). Потребители продукции: ОАО «БМЗ», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Сморгонский агрегатный завод», РУП «ПО «Белоруснефть», ЗАО «Танис».

Гибкие полимерные трубки для пневмосистем автотракторной техники

Предназначены для использования на транспорте и в автомобилестроении в качестве гибких трубопроводов в пневматических тормозных системах (рис. 2). Производятся в ИММС НАН Беларуси



Рис. 2. Гибкие полимерные трубки

методом непрерывной шнековой экструзии из ударопрочного материала марки «Этамид ЭА-ЭУ».

Технические преимущества позволяют длительно работать в интервале температур от -60°C до 100°C при давлении 8–10 МПа (максимальное рабочее давление воздуха в пневмосистеме трактора составляет 1,0 МПа). Данные трубки способны полностью заменить экспортируемые аналогичные изделия из дорогостоящего полиамида 11 (Rilsan, производства фирмы «Arkema», Франция). Они могут изготавливаться в различных размерах и окрашиваться в любые цвета. Экономия валютных средств составляет более 10 тыс. долл. на 1 т готовой продукции. Среди потребителей – Минский тракторный завод, «Гомсельмаш» и др.



Рис. 3. Элемент фильтрующий «ГРИФ-Р»

Элемент фильтрующий «ГРИФ-Р»

Разработан для комплектования сепараторов очистки попутного нефтяного газа при нефтедобыче и переработке (рис. 3). Устанавливается в сепараторах для очистки газа перед

компримированием. Особенности конструкции фильтроэлементов позволяют работать с высокой нагрузкой по жидкости, что дает возможность использовать меньше фильтроэлементов, благодаря чему достигается высокая эффективность очистки при более компактном исполнении сепарационного оборудования и снижаются расходы на обслуживание и эксплуатацию.

По сравнению с аналогами элементы «ГРИФ-Р» значительно эффективнее улавливают конденсаты, механические примеси и водомасляные аэрозоли, имеют на несколько порядков большую грязеемкость и при одинаковой стоимости служат в 2 раза дольше. Они обеспечивают замену импортной продукции (элементы марки CS604LGH13 фирмы PALL Corporation (США).

Элемент выпускается в ИММС и применяется в химической и нефтехимической промышленности на ПО «Белоруснефть» и Белорусском газоперерабатывающем заводе.

Плитка полимерная многофункционального назначения

Изготавливается в ИММС НАН Беларуси из полимерных композитов на базе отходов текстильного корда изношенных автомобильных шин в сочетании с полимерными бытовыми отходами (рис. 4). Может использоваться для укрепления верхнего слоя почвы, в качестве напольного покрытия в помещениях промышленного и сельскохозяйственного назначения, как грунтовое покрытие для проницаемых, зеленых, мощеных поверхностей для транспорта, открытых сельскохозяйственных площадок, придворовых территорий и др. Имеет значительно меньшую стоимость по сравнению с аналогами (HÜBNER-LEE, Германия) при сопоставимых эксплуатационных характеристиках.



Рис. 4. Плитка полимерная многофункционального назначения

Технические преимущества: использование в качестве сырья полимерных отходов практически любого состава, в том числе не перерабатывающихся по традиционным технологиям (резина, текстильный корд, сшитые полимеры и др.); возможность исключения из технологического процесса сортировки отходов; высокая механическая прочность и изностоустойчивость; стойкость к воздействию климатических факторов; простой монтаж/демонтаж, не требующий специальных инструментов и навыков; низкая себестоимость; выпуск полностью из отечественного сырья.

Среди других важных импортозамещающих разработок Института, применяемых в экономике Республики Беларусь: эластичный полиэфирный композит BELAST, композиционный полимерный материал «Этамид», огнестойкие композиты электротехнического назначения для электроустановочных изделий, электроизоляторов, плафонов и др., высокомодульные композиты с повышенной концентрацией гибридных волокнистых наполнителей для натяжных и подвесных изоляторов троллейбусных и трамвайных линий, распределительных устройств и т.д. ➔

От медных дисков — до титановых имплантатов

Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа постоянно решал и решает задачи импортозамещения в интересах Министерства промышленности Республики Беларусь, других ведомств и организаций. За последние 20 лет разработана широкая гамма фрикционных композиций, предназначенных для эксплуатации при различных условиях трения в широком диапазоне скоростей и нагрузок как в условиях масляной среды, так и в условиях сухого трения. Особое внимание при этом уделяется снижению себестоимости и получению экологически чистых фрикционных материалов на основе меди или железа, не содержащих асбеста.

По нашим технологиям организован выпуск опытных и опытно-промышленных партий изделий в виде дисков диаметром до 600 мм, секторов и колодок с толщиной рабочего слоя от 0,5 до 30 мм.

Основным потребителем данного вида продукции является холдинг МТЗ. Поставлявшаяся ранее из-за рубежа продукцию вытеснили отечественные спеченные изделия: диски 86–1802035 и 2522–1802035 переднего ведущего моста тракторов BELARUS-1025 и BELARUS-2522; диски 2022–3502015 и 320–3502040 маслоохлаждаемого тормоза тракторов BELARUS-2022 и BELARUS-1522 (рис. 1). Идут испытания опытной партии фрикционных

дисков 2522–3502015 МТЗ (до недавнего времени поставлялись австрийской фирмой «МІВА» с завода в Чехии), которые, надеемся, увенчаются успехом и постановкой на производство в нашей стране.



Рис. 1. Фрикционные диски из новых спеченных композиционных материалов

В рамках работ по программе импортозамещения разработан фрикционный материал ФЖ-12 и налажен серийный выпуск тормозной колодки стояночного тормоза №75137–3507020 и №75450–3507020–02 для автомобиля «БЕЛАЗ 75–581» и семейства автомобилей «БЕЛАЗ» грузоподъемностью 90 т (рис. 2). Институт, участвуя в тендерах на поставку колодок, предлагает лучшие условия и заключает договоры на изготовление данной продукции.



Рис. 2. Отечественные колодки стояночного тормоза автомобилей БЕЛАЗ, заменившие импортную продукцию

Ведутся перспективные работы по изготовлению фрикционных дисков в коробки передач на подземный погрузчик МоАЗ (40751–1711484–01 ЗГ), аэродромный тягач (74270–1711484), погрузчик БЕЛАЗ (78240–1711484). Их опытные партии уже переданы на ОАО «БЕЛАЗ» для испытаний.

В рамках хозяйственного договора ведутся работы с филиалом ЗАО «АТЛАНТ» – Барановичским станкостроительным заводом (БСЗ) по организации импортозамещающего производства порошковых деталей компрессора бытового холодильника (поршень, шатун, ось, клапанная пластина), которые до настоящего времени приобретались в Италии у фирмы «GKN». Специалисты Института разработали технологическую оснастку для прессования и калибрования данных деталей, изготовление которых БСЗ взял на себя (рис. 3). Производство будет освоено на площадях ОЭП Института и ПРУП МолЗПМ.



Рис. 3. Заготовки порошковых деталей «Поршень СТ.078000.163.ПЗ» компрессора холодильников «Атлант»

Совместно с холдингом «ГОМСЕЛЬМАШ» специалисты Института уже 10 лет работают над упрочнением ножей и противорежущих брусьев кормоуборочных комбайнов головного предприятия. На заводе при участии специалистов ОХП ИСЗП Института организован участок по газопламенному высокоскоростному напылению покрытий из самофлюсующегося никелевого сплава ПГ-10Н-01 с последующим оплавлением горел-

кой ГЗУ-4 и ТВЧ. Внедрение технологии позволило отказаться от импорта среднеуглеродистой хроммолибденовой стали, содержащей также марганец, либо готовых ножей и брусьев у зарубежных компаний («Lund International, Inc» (США)). Для повышения производительности действующего участка специалисты Института планируют проведение ОТР по автоматизации процесса упрочнения.

Совместно с РНПЦ травматологии и ортопедии в Институте порошковой металлургии организовано изготовление имплантатов титановых шейных и грудных позвонков системы CVPI (Cervical Vertebrae Porous Implant) и TVPI (Thoracic Vertebrae Porous Implant), предназначенных для лечения больных с дефектами тел шейного и грудного отделов позвоночника, а также с другими заболеваниями, локализующимися в телах позвонков (рис. 4).



Рис. 4. Имплантаты для межтелового спондилодеза

К началу 2022 г. свыше 1 тыс. пациентов в Беларуси было прооперировано с использованием отечественной импортозамещающей социально значимой продукции. ➔

Разработка методов и средств неразрушающего контроля промышленных изделий – важнейшее направление деятельности Института прикладной физики НАН Беларуси.

Толщиномеры магнитные МТЦ

Толщиномеры магнитные МТЦ-2М, МТЦ-3 и их модификации обеспечивают измерение толщины немагнитных покрытий (краска, лак, хром, медь, цинк и др.) на стали и других ферромагнитных основаниях в диапазоне 0÷10000 мкм, а также никелевых покрытий на ферромагнитных и неферромагнитных основаниях в диапазоне 0÷150 мкм с погрешностью не более $\pm 1,5+2\%$ от измеряемой толщины мкм (рис. 1). Отличительные особенности по сравнению с известными аналогами: автоматически исключается влияние первичного намагничивающего поля, а также электрических свойств покрытий и оснований на результаты измерений; один преобразователь обеспечивает измерения толщин немагнитных, никелевых покрытий на стали и на немагнитных основаниях без под-

Неразрушающий контроль — гарантия надежности

стройки толщиномера под диапазоны толщин и виды покрытий; высокая разрешающая способность.

Толщиномеры обеспечивают замену импортной продукции Forsage F-4C1039 (Тайвань), Bluetechology (Dinmer) P-10, P-11 (Польша), Константа К5 (Российская Федерация).

Обеспечение возможности неразрушающего контроля толщины различных покрытий в промышленном производстве способствует повышению конкурентоспособности отечественной продукции. Ее потребители – предприятия машиностроения, энергетики и транспорта Республики Беларусь. Более тысячи толщиномеров типа МТЦ эксплуатируются на ОАО «МТЗ», ОАО «МЗКТ», ПО «БЕЛАЗ», ПРУП «МАЗ», ОАО «Амкодор», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Речицкий метизный завод», ОАО «Гомельтранснефть Дружба», ОАО «Могилевский завод «Строммашина», ОАО «МЭТЗ



Рис. 1. Толщиномер магнитный

им. Козлова», ЗАО «АТЛАНТ», ОАО «КЗТШ», ПРУП «Молодечненский завод порошковой металлургии», ЗАО «Гомельский вагоностроительный завод» и др.

Портативные твердомеры ТПЦ-7

Линейка портативных цифровых твердомеров ТПЦ-7 предназначена для измерения твердости металлов и сплавов динамическим методом по шкалам Бринелля (НВ) и Роквелла (HRC) (рис. 2). Контроль твердости по шкале Виккерса (HV) производится путем автоматического перевода результатов измерений в основных шкалах твердости (НВ, HRC) в соответствующие единицы твердости HV. Твердомеры также позволяют оценивать предел прочности R_m путем пересчета измеренных значений твердости НВ.

Твердомеры модификации ТПЦ-7 способны определять твердость плоских и выпуклых изделий, модификаций ТПЦ-7 DL и ТПЦ-7 Т – плоских, выпуклых и вогнутых, а также в труднодоступных местах. С их помощью можно проводить измерения при произвольном направлении испытательного удара в пространстве. Корректировка показаний в зависимости от положения прибора выполняется автоматически. Твердомеры обеспечивают замену российских аналогов («Константа ТД», ТЭМП ООО НПП, МЕТ Д1/ МЕТ-Д1А).



Рис. 2. Портативные твердомеры ТПЦ-7

Твердомер измеряет твердость поверхностного слоя металла в машиностроении, металлургии, энергетике, судостроении и железнодорожном транспорте, в авиакосмической и нефтегазовой отрасли, ремонтно-монтажных и сервисных организациях и т.д. Объектами измерений могут быть сосуды давления различного назначения (реакторы, парогенераторы, коллекторы, котельные барабаны, газгольдеры и др.), роторы турбин и генераторов, трубопроводы, прокатные валки, коленчатые валы, шестерни, детали различных транспортных средств, промышленные полуфабрикаты (отливки, поковки, листы) и т.д.

Твердомеры ТПЦ-7 поставлены на ОАО «МТЗ», ОАО «Гомельтранснефть Дружба», ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Мозырский авторемонтный завод», ОАО «Витебсклифт», ОАО «Калинковичский РМЗ», ОАО «Нафтан», ОАО «СтанкоГомель», БелНИИЛИТ, БЗТДиА, ООО «Бобруйск-агромаш», Минский подшипниковый завод, ОАО «Управляющая компания холдинга «Бобруйск-агромаш», РУП «Минскэнерго», ОАО «Витебский мотороремонтный завод», ОАО «Светлогорск Химволокно» и др.

Системы автоматического мониторинга строительных конструкций

Система автоматического мониторинга предназначена для отслеживания технического состояния потенциально опасных промышленных объектов, несущих конструкций уникальных и высотных зданий и сооружений. Включает прецизионные датчики деформаций, углов наклона, ускорений, способы и устройства их лабораторной калибровки, установки и настройки на конструкции, последующей поверки, системы цифровой передачи данных от датчиков к вычислительному серверу, программное обеспечение для обработки больших сенсорных данных и систему приближенной оценки безопасности строительных конструкций. На основании анализа данных системы мониторинга осуществляется оценка состояния конструкции, по результатам которой заказчик получает информацию о наличии опасных деформаций и рекомендации о необходимости проведения геодезических и иных исследований.

В системе мониторинга используются прецизионные сертифицированные датчики собственной разработки и других производителей, обладающие высокими точностью и стабильностью, а также сертифицированная аппаратура и технология определе-



Рис. 3. Система автоматического мониторинга на «Минск-Арене»

ния начального состояния стальных конструкций, что позволяет отслеживать их поведение в течение всего жизненного цикла. Комплексный подход к мониторингу технического состояния включает создание схмотехнического решения, изготовление и установку датчиков, разработку программного обеспечения, наладку и пуск в эксплуатацию, гарантийное и постгарантийное обслуживание системы.

Опыт применения наших систем мониторинга на знаковых объектах страны показал их высокую эффективность. Их использование позволяет своевременно обнаруживать недопустимые изменения состояния элементов конструкции, обследовать и ремонтировать, не допуская возникновения аварийных ситуаций.

Развитие строительной отрасли Беларуси и постоянное ужесточение требований к безопасности объектов предопределяют востребованность подобных разработок. В 2010–2022 гг. установлено 8 систем автоматического мониторинга (отель «Green City Hotel», аквапарк «Лебяжий», небоскреб «Парус», «Минск-Арена», «Чижовка-Арена» и др.) (рис. 3).

Портативный радар

Радар предназначен для визуализации в реальном времени внутренней структуры строительных конструкций (преимущественно из различных марок бетона), обнаружения различных дефектов, неоднородностей (иные диэлектрические и металлические включения, арматура, сейфы, тайники) (рис. 4). Способен распознавать некоторые скрытые объекты по свойствам материала. По характеристикам не уступает зарубежным анало-



Рис. 4. Портативный радар

гам. Преимущества отечественной разработки: компактность; возможность подстройки индикации под исследуемый материал; автономная работа (без подключения к компьютеру) для первичной оценки состояния объекта и возможность экспорта полученных данных для постобработки с использованием сторонних программ для уточнения глубины залегания, размеров и возможной идентификации инородного включения в конструкции.

Портативный радар может заменить импортные радиолокаторы в гражданском строительстве для обнаружения арматуры в бетоне, оценки ее состояния, выявления пустот, трещин, оценки глубины их залегания и приблизительных геометрических размеров, а также определения толщины стен при одностороннем доступе. Потенциальными потребителями являются организации Министерства архитектуры и строительства, Министерства по чрезвычайным ситуациям, Министерства жилищно-коммунального хозяйства. Оперативный контроль структуры строительных конструкций важен для оценки их состояния, обнаружения дефектов и прогнозирования остаточного ресурса, что позволяет снизить затраты при строительстве и эксплуатации, предотвращать аварийные ситуации. ➔

Новый импульс развития микроэлектроники

Разработки Минского НИИ радиоматериалов позволяют оснастить отечественные предприятия необходимыми системами и приборами.

Система мониторинга метана в критичных точках автомобиля

Создана в Минском НИИ радиоматериалов по техническому заданию ОАО «МАЗ» и является аналогом системы GLD-обнаружения утечек газа фирмы TEQ SA (Швейцария). Обеспечивает мони-



Рис. 1. Система мониторинга метана в критичных точках автомобиля

торинг концентрации CH_4 в моторном отсеке, в местах установки газовых баллонов, отсеке предпусковых жидкостных подогревателей двигателя, у редукторов газовых баллонов, повышает безопасность и надежность автомобильной техники и увеличивает ее экспортный потенциал (рис. 1).

Преимущества: конструкция датчиков CH_4 имеет устройство нагрева и охлаждения, обеспечивающее работу при температуре окружающей среды до $+95^\circ\text{C}$, унифицированная аппаратная часть и стандартные протоколы обмена позволяют менять конфигурацию системы без доработки ПО и блока мониторинга. Система введена в конструкторскую документацию на автобусы МАЗ 203946, 206946, 203948, 206948. Заключен договор с предприятием на их поставку.

Датчики вибрации с аналоговой и цифровой обработкой сигнала

Аналог датчика компании IFM Electronic (Германия) разработан и изготовлен в Институте для применения в качестве импортозамещающего изделия в составе снегогенераторов ОАО «МИСКОМ» (рис. 2).



Рис. 2. Датчики вибрации с аналоговой или цифровой обработкой сигнала

Датчик устойчив к механическим ударам однократного действия с пиковым ускорением 100 g и длительностью 0,5 сек. Степень защиты от проникновения воды, пыли и посторонних твердых частиц – IP67.

Может использоваться для создания систем онлайн-вибродиагностики узлов автомобильной техники, машин, оборудования и др.

Индуктивные датчики конечного положения ИДКП

Серия датчиков конечного положения ИДКП предназначена для бесконтактной коммутации исполнительных устройств в составе электронных систем управления различной техники (аналог приборов немецкой фирмы



Рис. 3. Датчик конечного положения ИДКП

Baluff). Отечественные датчики (рис. 3) обладают преимуществами по надежности и долговечности за счет применения новых схемотехнических решений и материалов корпуса, а также расширенным температурным диапазоном.

В частности, по техническим требованиям ОАО «МТЗ» разработан датчик ИДКПТ в качестве импортозамещающего комплектующего изделия для использования в составе тракторов «Беларус». Уже получено заключение от заказчика о допуске на серийное производство и поставлена опытная партия в количестве 100 штук. Дальнейшее обеспечение будет вестись в соответствии с запросами ОАО «МТЗ».

Датчики закупают также ОАО «Белшина» и ОАО «Гомсельмаш».

Бесконтактные индуктивные выключатели ВИБ М12 и ВИБ М18 (модификации индуктивных датчиков конечного положения ИДКП)

Разработаны по техническим требованиям ОАО «Станкозавод «Красный борец» и поставляются данному предприятию (рис. 4). Являются аналогами продукции немецкой фирмы Baluff.



Рис. 4. Бесконтактные индуктивные выключатели ВИБ М12 и ВИБ М18

Датчик угла наклона

Предназначен для контроля наклона транспортных средств (тангаж, крен). Определяет положение объекта в пространстве относительно двух координатных осей и передает информацию по CAN-протоколу стандарта SAE J1939. Аналог прибора компании IFM Electronic (Германия). Потребители – МАЗ, ОАО «БЕЛАЗ», МТЗ и др.

Получено разрешение ОАО «БЕЛАЗ» на применение датчика угла наклона ДУН-15-1



Рис. 5. Датчик угла наклона

в конструкции карьерных самосвалов и спецтехнике (рис. 5).

Датчик и блок контроля дефектности круглого стального проката

Создан в 2022 г. по инициативе ОАО «БМЗ» в качестве импортозамещающего комплектующего изделия, является инновационной продукцией и не имеет аналогов в Республике Беларусь и странах СНГ (рис. 6). Датчик представляет собой дифференциальный зонд, состоящий из двух выполненных по прецизионной технологии микрокатушек, позволяющий оперативно обнаружить (при скорости перемещения по поверхности сталь-



Рис. 6. Датчик контроля дефектности круглого стального проката

ного проката до 6 м/с) трещины стального проката, минимальные значения ширины и длины которых составляют 0,1 мм и 11,5 мм соответственно. Разработан и изготовлен специализированный стенд, формирующий однородное переменное магнитное поле с частотой 10 кГц, и стенд имитации дефектов круглого стального проката для настройки датчика по соотношению сигнал/шум и проверки его работоспособности.

Применение датчика решает проблему регулярной замены на ОАО «БМЗ» комплектующего изделия корпорации Fluke (США) стоимостью 6 тыс. евро и обеспечивает выполнение базовой технологической операции контроля качества и стабильную работу цеха стального проката ОАО «БМЗ» в условиях отсутствия поставок оригинальных импортных комплектующих.

Потребность ОАО «БМЗ» – 20 шт. в год. Уже заключен договор на поставку первой партии продукции. Разработка получит дальнейшее развитие в результате замены двух микрокатушек на микроминиатюрные преобразователи Холла белорусского производителя, что позволит расширить область применения датчика для контроля дефектности различных стальных конструкций.

Автоматизированный метеорологический комплекс наземных измерений с анемометром

Комплекс предназначен для измерения метеорологических параметров атмосферы, аналог системы финской фирмы



Рис. 7. Автоматизированный метеорологический комплекс

Вайсала (Vaisala). В комплекс (рис. 7) возможна интеграция других датчиков (например, детектирования гамма-излучения, датчиков для систем точного земледелия). Потребители – ОАО «АГАТ – системы управления», ОАО «ВОЛАТАВТО», БСВТ, Белвнешспецтехника, предприятия сельскохозяйственной отрасли.

Образец метеорологического комплекса в декабре 2022 г. передан Белорусской антарктической экспедиции для проведения испытаний в условиях Антарктики.

Инвестиционный проект в области микроэлектроники

На базе Минского НИИ радиоматериалов при поддержке Мингорисполкома создана отраслевая лаборатория разработки критических технологий производства микроэлектромеханических систем (МЭМС) и сверхвысокочастотных (СВЧ) электронных компонентов. Это новое для нашей страны суперсовременное направление, нацеленное на удовлетворение потребностей предприятий гражданского и оборонного секторов экономики в СВЧ-изделиях и МЭМС-устройствах, разработку и изготовление новой импортозамещающей номенклатуры критических электронных компонентов, развитие экспорта, повышение конкурентоспособности отечественной электронной техники.

Для реализации проекта потребовалось расширить имеющуюся линейку специализированного оборудования, создать производственные помещения класса не ниже ISO4 по ГОСТ ИСО 14644–1 и оснастить их высокотехнологичным оборудованием для проведения замкнутого комплекса операций фотолитографического процесса на полупроводниковых пластинах, включающих нанесение фоторезистов, сушку, экспонирование, контроль результатов, химическую обработку и ряда других технологических операций. **И**

Наталья Ломохова