

РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№ 03 (72)

сентябрь 2021



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



МОСКОВСКАЯ КОНФЕДЕРАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
(РАБОТОДАТЕЛЕЙ)

12+

ISSN 2074-9252



0 977207 492528



«МОССТРОЙСЕРТИФИКАЦИЯ»:
строители нам доверяют!



«КОМПЕТЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ»:
Георгий Самодуров – о развитии
национального станкостроения



КЛЮЧЕВЫЕ АКЦЕНТЫ:
Профессиональное образование
в московских школах

НАЗАД В БУДУЩЕЕ XVII ВЕКА:
Ретроспектива феномена классической
механики упругих систем



МОСКВА ПОДТВЕРЖДАЕТ СТАТУС КРУПНЕЙШЕГО ИННОВАЦИОННОГО ЦЕНТРА



IX Национальная выставка инфраструктуры гражданской авиации

9-10 февраля 2022
Крокус Экспо, Москва
www.nais-russia.com

При поддержке



Росавиация



Министерство транспорта РФ

ИДЕАЛЬНЫЙ ПОЛЕТ

НАЧИНАЕТСЯ НА ЗЕМЛЕ

Главное отраслевое событие для профессионалов инфраструктуры гражданской авиации

ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ



Ваша персональная выставка в приложении
www.reed.click



Google Play App Store

Организатор:



МОСКВА ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ



Редакция журнала «Русский инженер» совместно с «Объединённой промышленной редакцией» в 2022 году начинают реализацию масштабного специального информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» с широким участием в нём профильных, отраслевых, региональных и корпоративных СМИ (в том числе электронных), промышленных холдингов и предприятий, НИИ и КБ, органов власти и муниципальных структур, технических учебных заведений, общественных союзов и организаций...

Специальный информационно-аналитический проект «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» реализуется через подготовку и размещение на страницах заинтересованных СМИ блоков информационных и аналитических материалов, посвящённых тематике проекта, организацию

и проведение пресс-мероприятий (круглых столов, семинаров, конференций, форумов и т.д.), инициирование общественно и экономически значимых проектов и программ. В центре внимания информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» – анализ и презентация опыта и предложений столичных структур и организаций как в плоскости разработки передовых национальных инженерных решений и технологий, так и в плоскости внедрения таких решений в повседневную жизнь, производственные процессы, перспективные социально-экономические и инфраструктурные программы.

Материалы специального информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» будут публиковаться на страницах журналов «Русский инженер», «Машиностроение РФ», «ОПК РФ», «Диверсификация», «Наукоёмкий бизнес», газет «Промышленный еженедельник», «Содружество», ведущих сетевых СМИ, таких как «Инвест-Форсайт» и многие другие.

Информационно-аналитический проект «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» открыт для сотрудничества со всеми заинтересованными структурами и лицами.



ОПР
ОБЪЕДИНЁННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕДАКЦИЯ

РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER
ИНЖЕНЕР

123557, Москва, ул. Малая Грузинская, д. 39
+7 (495) 505-76-92, 778-14-47,
doc@promweekly.ru, www.promweekly.ru

КОРОТКО



Перспективные технологии	4
В небо взмыл «электролёт»	4
Лазерный инструмент для подводных работ	5
Кадры для промышленности	5
Российские экзоскелеты – на рынке США	6



Самолёт полетит на ...автомобильном двигателе?	6
--	---

СТОЛИЧНЫЕ ФОНДЫ

Московский инновационный кластер	7
--	---

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ

«МОССТРОЙСЕРТИФИКАЦИЯ»: строители нам доверяют!	9
---	---

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

Станкостроение: компетенции и перспективы	12
---	----

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Цифровые двойники	15
-------------------------	----

ПРОФОРИЕНТАЦИЯ

Профессиональное образование в московских школах	17
--	----

ПРОФЕССИОНАЛЫ

Анатолию Алексеичу Сперанскому – 75 лет!	19
--	----

НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Назад в будущее XVII века	20
---------------------------------	----

ЛУЧШИЕ КАДРЫ

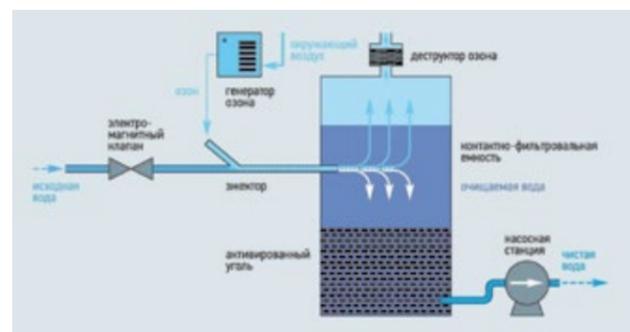


Конкурс «Московские мастера»	24
------------------------------------	----

Невосполнимые утраты	26
----------------------------	----

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Использование методов модельно-ориентированного системного инжиниринга при создании методики планирования производственного процесса освоения новых продуктов на предприятиях ОПК	28
---	----



Способы очистки воды и их практическое применение	32
---	----

Проблемы применения редкоземельных постоянных магнитов в экстремальных условиях эксплуатации ..	37
---	----

Производство водорода при плазменной переработке отходов	40
--	----

Озоновые технологии: медико-биологические приложения в условиях современных вызовов	43
---	----

Комбинированные вибропоглощающие покрытия	47
---	----

Учредитель и издатель: Региональное объединение работодателей города федерального значения Москвы «Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей (работодателей)» Журнал «Русский инженер» зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 7717108 от 26 декабря 2003 г.

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 мая 2017 года журнал «Русский инженер» включён в Перечень рецензируемых научных изданий (№ 1961 в Перечне), в которых публикуются основные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата и доктора наук по специальностям: 05.02.00 – машиностроение и машиноведение, 05.23.00 – строительство и архитектура.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета:

Панина Елена Владимировна, доктор экономических наук, профессор, депутат Государственной Думы ФС РФ, председатель МКПП(р)

Члены редакционного совета:

Александров Анатолий Александрович, доктор технических наук, профессор, ректор МГТУ имени Н.Э. Баумана, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

Глаголев Сергей Николаевич, доктор экономических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород), председатель комиссии Совета ректоров вузов Белгородской области по международному образованию и сотрудничеству, член-корреспондент академии проблем качества, член правления РСПП

Голиченков Александр Константинович, доктор юридических наук, профессор, декан юридического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой МГУ им. М.В. Ломоносова, заслуженный деятель науки РФ

Гусев Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, президент Российской инженерной академии

Егоров Георгий Николаевич, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, академик МАС, советник генерального директора ОАО «ЭКОС»

Кошкин Валерий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Севастопольского государственного университета, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Левин Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор, ректор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

Резниченко Сергей Владимирович, доктор технических наук, генеральный директор ОАО «Институт пластмасс им. Г.С. Петрова»

Сметанов Александр Юрьевич, доктор экономических наук, профессор кафедры инновационного менеджмента Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), генеральный директор ОАО ИПИ «Сапфир», депутат Мосгордумы

Равикович Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой МАИ (Национальный исследовательский университет)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии:

Резник Самсон Иосифович, доктор экономических наук, профессор, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Бейлина Наталия Юрьевна, доктор технических наук, зам. генерального директора АО «НИИГрафит»

Ерофеев Владимир Трофимович, доктор технических наук, профессор, декан факультета НИ Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва

Кондратенко Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор, директор Института высоких технологий, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в приборостроении, микро- и оптоэлектронике» МГУПИ

Римшин Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, руководитель Института развития города НИИСФ РААСН

Ростанец Виктор Григорьевич, заместитель директора по научной работе Института региональных экономических исследований, доктор экономических наук, профессор, академик РАЕН

Шубин Игорь Любимович, доктор технических наук, профессор, директор НИИСФ РААСН

Юдкин Владимир Фёдорович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, учёный секретарь ИМАШ РАН, заместитель научного руководителя института

Номер подготовлен совместно

с «Объединённой промышленной редакцией»:

Генеральный директор В.В. Стольников
Исполнительный директор Е.В. Стольникова
Заместитель генерального директора Н.Е. Можаява
Директор по международным проектам А.В. Стольников
Главный художник А.Н. Зиновьев
Дизайнер-верстальщик С.В. Селиверстова
Корректор Н.П. Томилова

Редакция журнала «Русский инженер»:

Главный редактор С.И. Резник
Заместитель главного редактора Л.А. Богомолова

123557, Москва,
ул. Малая Грузинская, д. 39
Тел.: (495) 695-43-54; 691-24-14
press@mkppr.ru
mail@russianengineer.ru
www.pressmk.ru
www.russianengineer.ru
Подписной индекс 84410 в объединённом каталоге «Пресса России», том 1

Номер отпечатан в типографии

ООО «Объединённая промышленная редакция»
Общий тираж 5000 экз.
Цена свободная.

Полная и частичная перепечатка, воспроизведение или любое другое использование опубликованных материалов без разрешения редакции не допускаются.

Мнения редакции и авторов могут не совпадать. В номере использованы материалы и фото из открытых источников.

© На правах рекламы.

© Издательский Дом МКПП(р) «КонфИнМедиа», 2021

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По поручению Президента РФ Владимира Путина в стране продолжается формирование Фонда фондов перспективных промышленных и инфраструктурных технологий, который будет работать на принципах государственно-частного партнёрства.

В качестве вклада государства в его капитал будет направлено 10 млрд рублей. Распоряжение об этом от 31 июля 2021 года № 2124-р подписал председатель Правительства Михаил Мишустин. «В таком же объёме будут привлечены частные средства. Это позволит сформировать солидный ресурс, необходимый для проработки и запуска различных



технологических новинок», – отметил Михаил Мишустин. Ключевые задачи нового фонда – увеличить приток инвестиций в высокотехнологичные проекты и поддержать развитие приоритетных отраслей российской экономики. Фонд предусматривает работу на основе договоров инвестиционного товарищества (ИТ).



В НЕБО ВЗМЫЛ «ЭЛЕКТРОЛЁТ»

Первый российский «электросамолёт» совершил демонстрационный полёт на МАКС-2021. Полёт прошёл в штатном режиме, отмечена чёткая слаженность совместной работы систем самолёта и ГСУ, в состав которой входит первый в мире сверхпроводящий электрический авиадвигатель, дополняющий два турбореактивных двигателя самолёта.

Применение технологий высокотемпературной сверхпроводимости в перспективе позволит существенно снизить массу и габариты электрических машин и повысить КПД.

Летающая лаборатория Як-40ЛЛ с демонстратором технологий гибридной силовой установки (ГСУ) разработана инженерами-конструкторами Центрального института авиационного моторостроения имени П.И. Баранова (ЦИАМ, входит в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского») в широкой кооперации отечественных предприятий.

Так, инновационный электродвигатель на ВТСП создан компанией «СуперОкс» по заказу Фонда перспективных исследований. В числе участников работы – ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» (СибНИА, также входит в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»), Уфимский государственный авиационный технический университет, Московский физико-технический институт, Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). Заказчиком научно-исследовательской работы «Электролёт СУ-2020» выступает Министерство промышленности и торговли Российской Федерации.

Сверхпроводящий электродвигатель мощностью 500 кВт, вращающий воздушный винт, расположен в носовой части Як-40ЛЛ. Там же находится и система криогенного охлаждения от электрического генератора, вращаемого турбовальным газотурбинным двигателем – он установлен в хвостовой части самолёта, и блока аккумуляторных батарей.

До начала лётных испытаний ГСУ и её элементы прошли стендовые испытания в ЦИАМ. Затем ГСУ была установлена на самолёт Як-40, на базе которого в СибНИА создали летающую

лабораторию. После подтверждения устойчивой совместной работы электродвигателя и всех систем самолёта Як-40ЛЛ перешёл на этап лётных испытаний (в ходе комплекса наземных испытаний).

«В лётных испытаниях самой сложной задачей было определить влияние на работу маршевых двигателей обдувки винта электрического мотора в полёте и особенности при его отказе, что удалось проверить при выполнении полётов, а также определение особенности продольной устойчивости самолёта при возникающих перебалансировках. Всё оказалось в допустимых пределах», – подчеркнул генеральный директор СибНИА, заслуженный лётчик-испытатель РФ Владимир Барсук.

Исследованием малошумных и экологичных ГСУ, прежде всего для перспективных серийных самолетов малой и региональной авиации, занимаются все разработчики авиационной техники мира. Их преимущество состоит в возможности, с одной стороны, получить выгоду от энергоэффективных, экологически чистых электрических технологий, с другой – сохранить приемлемую весовую эффективность за счёт оптимизации конструкции и режимов работы газотурбинных или поршневых авиационных двигателей.

«Технологии, которые мы применяем в нашем «электролёте», – это прорыв для мирового авиастроения. Пока мы испытываем инновационные электрические двигатели на летающей лаборатории, но примерно к 2030 году НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» рассчитывает представить уже целый ряд летательных аппаратов с принципиально иными экономическими и экологическими показателями, в том числе по шумности и выбросам».

ЛАЗЕРНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОДВОДНЫХ РАБОТ

Инженеры ГК «Лазеры и аппаратура» по заказу государственного научно-исследовательского центра РФ ТРИНИТИ (ГК «Росатом») создали инновационное оборудование – оптическую лазерную головку в составе мобильного комплекса.

Лазерный инструмент уже прошёл комплекс проверок. Основные испытания режущей головки проводились на четырёхметровой глубине в тренировочном бассейне на базе Центра аварийно-спасательных и подводно-технических работ «ЭПРОН». Для этого под водой были установлены образцы пластин из стали различной толщины. Скорость газолазерной резки с применением новой оптической головки составила 300 мм в минуту. Такого эффекта удалось достичь за счёт вмонтированного в конструкцию лазерной головки дополнительного канала подачи газа. Под водой он создаёт вокруг сопла «воздушный пузырь» и охлаждает его.

Новый лазерный инструмент позволит инженерам выполнять задачи

в экстремальных условиях. В составе мобильного комплекса оборудование способно резать толстостенные и объёмные металлоконструкции даже на стометровой глубине.

Применять инструмент можно для распиливания затонувших судов, находящихся под водой элементов портовых сооружений, платформ для газонефтяной добычи на морском шельфе (в том числе Арктическом) и даже для резки радиационно-заражённых металлоконструкций АЭС, хранящихся в бассейнах выдержки.

Одной из основных особенностей лазерной головки является возможность работы в составе мобильного лазерного комплекса, под водой, а при необходимости и на воздухе, с волоконно-оптическими лазерами высокой мощности (до



20 киловатт). Корпус лазерной головки выполнен из термоупрочнённой нержавеющей стали, позволяющей работать в агрессивных средах (солёной морской воде), а также выдерживать высокое давление режущего газа (до 50 бар).

Группа компаний «Лазеры и аппаратура» – российский разработчик и производитель лазерного оборудования, расположенный в Зеленограде. ГК «Лазеры и аппаратура» производит лазерное оборудование для металлообработки, макро- и микрообработки металлических и неметаллических материалов, 3D-печати изделий из металлопорошков, а также комплексы лазерной сварки, системы производительной высокоточной прецизионной резки и пятикоординатной обработки.

КАДРЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



В Москве открылось пилотное направление проекта по подготовке кадров для столичной промышленности «Московская техническая школа». В рамках программы «Технологии связи» в течение трёх лет планируется обучить 1200 инженеров.

года планируем обучить 1200 инженеров предприятий микроэлектроники и приборостроения по направлению «Технологии связи», – рассказал заместитель мэра.

Ефимов уточнил, что открытое направление включает подготовку по таким областям, как квантовые технологии, интернет вещей и индустриальный интернет вещей, технологии 5G и обработка промышленных данных. Один из планируемых эффектов от реализации этой программы – увеличение средней производительности в отраслях микроэлектроники и приборостроения к 2024 году на 10%: один сотрудник сможет в год производить продукцию на сумму 1,85 млн рублей.

Соглашение подписали ведущие вузы страны: образовательными партнёрами проекта стали МФТИ, МЭИ, МИФИ, МИСиС и МТУСИ, индустриальными партнёрами – QRate, ИТЭЛМА, Т8, МТС, МГТС, Huawei, Лотес ТМ. Партнёры по развитию представлены следующими компаниями: Политехнический музей, Агентство развития профессионального

мастерства («Ворлдскиллс» Россия), СоюзМаш и Центр обеспечения цифровой трансформации. Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос» станет стратегическим партнёром проекта в части информационной и экспертной поддержки.

В первом квартале 2022 года проект подготовки инженерных кадров для московских предприятий ждёт интенсивное развитие.

«В «Московской технической школе» будет несколько направлений. В следующем году мы запустим новые центры компетенций: «Робототехника и сенсорика», «Искусственный интеллект в промышленности», «Аддитивные технологии», «Цифровые двойники», «Новые производственные технологии», «Беспилотный транспорт». Мы ожидаем, что производительность сотрудников, прошедших обучение в МТШ, в целом повысится более чем на 20%», – рассказал руководитель Департамента инвестиционной и промышленной политики города Москвы Александр Прохоров.

РОССИЙСКИЕ ЭКСОСКЕЛЕТЫ – НА РЫНКЕ США

Экзоскелеты, разработанные российскими инженерами, будут поставляться на рынок США. Компания «Экзоскелет» – изготовитель этих изделий – получила разрешение американского агентства FDA (Food and Drug Administration) на применение медицинских экзоскелетов EchoAtlet II.

Сертификация подтверждает соответствие нормам и стандартам национального законодательства и открывает возможность для выхода продукции компании на американский рынок.

Получением разрешения занимался открытый в 2018 году американский офис «ЭкзоАтлет». Процедура подтверждения клинической безопасности и эффективности экзоскелета EchoAtlet II включала клинические испытания. Для их проведения компания прошла этический комитет на соблюдение норм Good Clinical Practice (Надлежащая клиническая практика).

Помимо прохождения подготовительного этапа, лабораторных тестов и клинических исследований, «ЭкзоАтлет» внедрил на производстве систему качества cGMP (Current Good Manufacturing Process). В рамках подготовки к инспекции FDA на соответствие системы предприятия требованиям cGMP компания провела подготовку специалистов, доработала систему ме-

неджмента качества, одновременно получив международную сертификацию по стандарту ISO 13485:2016. В соответствии с требованиями FDA отдельное внимание было уделено программной составляющей продукта EchoAtlet II, его устойчивости к киберугрозам. Аудирование производства, расположенного в Южной Корее, на соответствие требованиям cGMP теперь будет проводиться систематически.

Наталья Полушкина, вице-президент, исполнительный директор Кластера биологических и медицинских технологий Фонда «Сколково», пояснила: «ЭкзоАтлет» – одна из компаний, меняющих представление международного сообщества о российских производителях медицинской техники. С полученным сертификатом FDA у нашего резидента появилось мощное доказательство безопасности и качества сложнейшего медицинского изделия EchoAtlet II. Благодаря встроенной функциональной электростимуляции и биологической обратной связи за счёт возможности



определения усилия со стороны пациента новая, теперь уже сертифицированная американским регулятором версия экзоскелета позволяет проводить более эффективные реабилитационные тренировки для пациентов с частично сохранными функциями нижних конечностей».

EchoAtlet II ранее уже прошёл медицинскую сертификацию в Европе (CE Mark), Южной Корее (KFDA) и России (РУ), которые подтвердили, что продукт «отвечает высоким требованиям безопасности, здоровья и защиты окружающей среды» (European Commission 2015).

Следующим шагом компании на международном рынке ожидается выход первого в мире экзоскелета для реабилитации детей и подростков EchoAtlet Bambini. В 2021 году устройство получило регистрационное удостоверение в России и уже помогает детям с ДЦП научиться ровно и красиво ходить, а в дальнейшем стать самостоятельными и независимыми взрослыми членами общества.

САМОЛЁТ ПОЛЕТИТ НА ... АВТОМОБИЛЬНОМ ДВИГАТЕЛЕ?



Самолёт Як-18Т с авиационным двигателем АПД-500, созданным на основе двигателя от автомобилей серии Augus, поднимется в небо в конце 2021-го – начале 2022 года.

выбор – отдать двигатель АПД-500 в штучное производство или проработать серийный вариант. Последнее потребует организации и проведения опытно-конструкторской работы длительностью до двух с половиной лет», – рассказал Гордин.

Согласно данным из открытых источников, в рамках проекта «Кортеж» Научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт (НАМИ) совместно с Porsche Engineering разработал семейство модульных двигателей. Самым мощным из них является V12 с четырьмя турбинами, непосредственным впрыском топлива и системой изменения фаз газораспределения. Впервые он был продемонстрирован на стенде НАМИ на Московском автомобильном салоне в 2016 году. Объём этого силового агрегата 6,6 литра, а мощность и крутящий момент составляют 850 лошадиных сил и 1320 ньютон-метров соответственно.

Об этом сообщил генеральный директор ЦИАМ – Центрального института авиационного моторостроения имени П.И. Баранова (входит в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского») Михаил Гордин.

Параллельно идет работа над созданием версии этого двигателя для лёгких самолётов акробатической категории по проекту «Циркач».

«Данный демонстратор планируем собрать к зиме и испытать на наземных стендах. Затем планируем установить его на летающую лабораторию на базе самолёта Як-52 и приступить к полётам в следующем году. Далее перед нами встаёт

ГОРОД – БИЗНЕСУ

РАЗВИВАЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВМЕСТЕ С МОСКОВСКИМ ИННОВАЦИОННЫМ КЛАСТЕРОМ



Анатолий Валетов,
руководитель Фонда
«Московский инновационный кластер»

С 2019 года в России работает Фонд «Московский инновационный кластер» (МИК), участниками которого могут стать представители технологического бизнеса со всей страны. На данный момент в его составе – уже более 28 тыс. компаний из Москвы и других регионов России. Кластер оказывает этим компаниям комплексную поддержку для развития и масштабирования передовых инновационных проектов. Руководитель Фонда «МИК» Анатолий Валетов рассказал журналу «Русский инженер», как организована работа Фонда и каким образом его участники могут воспользоваться помощью города.

ЧТО ТАКОЕ МИК

Московский инновационный кластер создан по Указу Президента России Владимира Путина и по инициативе мэра Москвы Сергея Собянина. Основная цель создания кластера – внедрение инноваций и кооперация между крупными компаниями, стартапами, промышленностью, образовательными, научными организациями и городом.

Объединённые внутри кластера компании создали своеобразную экосистему, позволяющую найти нужный продукт или услугу, а также партнёров и инвесторов для реализации проекта. При этом уникальность МИК в том, что основная поддержка бизнесу оказывается через цифровую платформу i.moscow. Благодаря профилю, который участник заполняет при регистрации, платформа даёт ему рекомендации по возможным партнёрам и другим сервисам для решения бизнес-задач.

Сейчас в экосистеме кластера более 28 тыс. участников и региональных партнёров, из которых 49% оказывают услуги, 19% занимаются оптовой и розничной торговлей, а 12% работают в промышленности. При этом 97% участников кластера – это малые и средние предприятия. Остальные задействованы в научных исследованиях, информационных технологиях, образовании и других направлениях.

Участникам МИК доступно 25 сервисов и программ развития, которые предлагают услуги для организаций и предприятий. Если участнику нужна помощь с доведением идеи до реализации,



Московский
ИННОВАЦИОННЫЙ
кластер

ему поможет сервис «Инвестиционная упаковка». Через него уже прошло более 50 проектов с реальным потенциалом роста и масштабирования. Компаниям, находящимся ещё в начале своего пути, доступны технологические конкурсы и площадки пилотирования. Тем, кому не хватает инфраструктуры для ведения бизнеса, доступны сервис по подбору помещений в аренду, а также услуги биржи контрактного производства по следующим направлениям: лёгкая промышленность, механообработка и приборостроение.

Так, например, биржа контрактного производства (БКП) даёт возможность всем желающим выпускать продукцию под заказ, не приобретая оборудование и не затрачивая средства и время на поиск персонала. Компания оставляет свой заказ, а подрядчики БКП предлагают услуги собственного производства за приемлемые деньги. Остаётся только выбрать исполнителя. При этом все они аккредитованы биржей, у них есть необходимое оборудование и соблюдаются технологические и производственные циклы.

МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

Помимо нематериальной поддержки кластер предлагает своим участникам

финансовые инструменты для развития бизнеса. На платформе собрано более 200 мер поддержки городского и федерального уровней. Компании могут возместить до 10 млн рублей затрат, связанных с покупкой и лизингом оборудования и погашением процентов по кредитам, получить субсидию до 50 млн рублей на инжиниринг или рассчитывать на грант в размере до 600 млн рублей на развитие комплексных инновационных проектов. Также есть поддержка для малых и средних предприятий, направленная на стимулирование экспорта, содействие в развитии кадрового потенциала, а также компенсацию затрат, связанных с продвижением продукции с помощью рекламных инструментов.

Финансовые меры поддержки компаниям Москвы на i.moscow доступны с 2020 года. За это время бизнесу из числа участников МИК, а также резидентам особых экономических зон и технопарков была выдана поддержка на более чем 650 млн рублей.

Уникальная поддержка от кластера – грант до 600 млн рублей. Он рассчитан на инновационные проекты, находящиеся в стадии активной разработки или роста. Рассчитывать на него могут только московские компании. Из условий – предоставить сведения об уже понесённых



ных расходах, связанных с реализацией комплексного инновационного проекта. Заявки на конкурс принимаются до 1 ноября 2021 года.

В прошлом году на конкурс было подано 44 заявки, восемь из которых получили финансирование. Среди победителей можно выделить компанию InfoWatch. Проект направлен на защиту информационных активов крупного и среднего бизнеса через анализ и контроль информационных потоков. Сумма одобренного гранта составила 24,1 млн рублей.

ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ

На регулярной основе МИК проводит технологические конкурсы. На данный момент совместно с Оренбургской областью под запрос региональных корпораций проходит конкурс «Техновывоз». Также идёт конкурс Agro Tech Challenge, призванный найти решения для агропромышленного комплекса и сельского хозяйства. МИК его проводит совместно с ООО «Уралхим Инновация» (дочерняя компания АО «ОХК «Уралхим») и РГАУ-МСХА им. Тимирязева. Открыт приём заявок на конкурс SaaS Factory, нацеленный на поиск облачных бизнес-приложений, работающих в формате интернет-сервисов по подписке.

Задача подобного рода конкурсов – помочь корпорациям найти и внедрить продукты и сервисы, которые им будут полезны. Для участников это возможность развивать свои проекты на базе корпорации, проводить пилотные запуски, получить инвестиции и заказы клиентов. Благодаря технологическим конкурсам стартапы уже привлекли более 800 млн рублей инвестиций и провели более 100 пилотных тестирований на площадках партнёров и города.

Тем, кому России мало, доступны международные программы, позволяющие обмениваться опытом и заключать партнёрские соглашения с иностранными коллегами. Взаимодействие носит

максимально прикладной характер. Это и сотрудничество в сфере инноваций, исследований и разработок передовых направлений науки и технологий, и действие в выходе на международные рынки. Один из известных примеров – российский-китайский технологический конкурс «Московский инновационный кластер – Чжунгуаньчунь». Вместе Москва и Пекин ищут технологические решения под запрос российских и китайских корпораций. Всего на участие в конкурсе поступило свыше 700 заявок, из которых более 350 подали российские компании. Полуфиналистами станут 60 проектов, а в финал пройдут всего 12. Лучшие команды из нашей страны на последнем этапе примут участие в программе развития для освоения китайского рынка и продвижения своего продукта на международной арене.

Уже сейчас можно отметить проект компании Biometriclabs. Стартап разработал систему по автоматическому обнаружению утечек в трубах и цистернах. По итогам полуфинала проект получил грант от китайского технопарка и предложение внедрить своё решение на базе одной из корпораций Поднебесной.

Сейчас в процессе налаживания партнёрства с Германией, Сингапуром,



Казахстаном, США, Канадой, Израилем, Великобританией и другими странами. С партнёрами из США кластер планирует разработать программу для проектов на ранней стадии развития, а с коллегами из Сингапура запланирована серия питч-сессий для технологических проектов, которые уже готовы к выходу на международный рынок.

ВМЕСТЕ – НЕ ЗНАЧИТ В ОДИНОЧКУ

Сейчас МИК помогает более 450 компаниям в развитии проектов, находящихся в фазе активной разработки. Это проекты, связанные с «зелёными» технологиями, искусственным интеллектом, разработкой медицинских препаратов, автомобильным спортом, пищевыми технологиями и другими направлениями. Реализуются они на базе создаваемых межотраслевых кластеров.

В рамках автомобильно-спортивного межотраслевого кластера компании объединились для разработки опытной партии гоночных автомобилей BR03. Автомобиль будет доступен российским пилотам и командам для участия в гоночных кольцевых сериях. В качестве партнёров проекта МИК привлёк производителей необходимых деталей для гоночного болида, а также создал инжиниринговый центр благодаря технологическому партнёрству с московским Политехом.

В прошлом году МИК стал первым кластером в мире, начавшим работу с физическими лицами. На сегодняшний день на платформе зарегистрировано почти 30 тыс. граждан, готовых менять инновационный ландшафт страны. Новаторам открыт доступ к онлайн-программам ведущих образовательных платформ, также они могут найти партнёров и инвесторов, принять участие в технологических конкурсах.

Для создания симбиоза между вузами, корпорациями и инновационным бизнесом с начала 2021 года МИК принимает активное участие в развитии флагманского корпуса «Ломоносов» инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьёвы горы» (ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы»). Планируется, что к концу 2022 года в здании площадью 65 тыс. кв. метров разместятся офисы высокотехнологичных компаний с лабораториями, «чистыми комнатами», центрами сертификации и испытаний.

Подать заявку на получение статуса резидента ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы» можно уже сейчас на платформе i.moscow.

В планах МИК – к 2025 году расширить количество стартапов до 3800, а объём венчурных сделок по столичным компаниям увеличить трёхкратно, достигнув 1,5 млрд рублей. **РИ**

«МОССТРОЙСЕРТИФИКАЦИЯ»: СТРОИТЕЛИ НАМ ДОВЕРЯЮТ!

ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА НА ЗАЩИТЕ БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВА СТОЛИЧНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА



Александр Халимовский, президент Общероссийского межотраслевого объединения работодателей «Безопасность и качество»



Пётр Целищев, генеральный директор АО «Мосстройсертификация», ответственный секретарь Технического комитета по стандартизации № 400



Валерий Лаптев, председатель профсоюза строителей Москвы

Каким бы профессионально совершенным ни был инженерный проект здания или другого сооружения, он не гарантирует качества и безопасности возведённого объекта. Ведь очень многое зависит от качества и долговечности строительных и отделочных материалов. Определить их пригодность, соответствие ГОСТам, ТУ и параметрам испытаний можно путём сертификации. Для этого в 90-х годах в законодательстве РФ была прописана добровольная сертификация. Число сомнительных фирм, выдающих сертификаты, стало расти в геометрической прогрессии, поток строительного фальсификата не уменьшался. Москва с этим мириться не стала...

СВОЕВРЕМЕННЫЙ ШАГ

Нужен был более серьёзный, локальный контроль над деятельностью сертифицирующих органов, и в 1996 году мэр Москвы Юрий Лужков подписал распоряжение № 261-РП «О введении в действие Московской системы сертификации в строительстве».

Началась активная работа по организации городской системы «Мосстройсертификация» (МСС) и созданию одноимённого учреждения – ГУП «Мосстройсертификация». Строительный комплекс Москвы с одобрением воспринял такую новость, так как добровольной сертификацией строительных материалов в стране занимались разные фирмы, зачастую очень недобросовестные, с чисто коммерческими, а не профессиональными интересами. Выданными ими сертификатами строители доверяли с осторожностью, и не зря – жалобы жильцов на качество жилья не уменьшались.

В то же время в большинстве развитых стран уже давно действовала система сертификации как признанный способ независимого подтверждения соответствия продукции, работ и услуг установленным требованиям качества и безопасности. Зарубежные компании, в отличие от российских, чтобы быть конкурентоспособными, старались обязательно получить сертификат на свою продукцию.

Четверть века назад перед «Мосстройсертификацией» была поставлена глобальная задача: подтверждать качество объектов капитального строительства путём сертификации применяемых строительных материалов и изделий, строительных конструкций, а также оценки соответствия результатов работ на всех этапах строительства, начиная с проектной документации. В сферу действия системы также входила проверка профессионального уровня всех участников строительных процессов. По

сути дела, сертификат МСС стал допуском компаний на строительный рынок Москвы – от поставщиков стройматериалов до застройщиков. Исходя из этого и формировалась структура МСС.

Главным куратором системы «Мосстройсертификация» стал вице-мэр по строительству Владимир Ресин, долгое время руководивший строительным комплексом города. В этом году, когда система «Мосстройсертификация» отмечала 25-летие своего создания, Владимир Иосифович поздравил всех её участников с юбилейной датой и пожелал дальнейших успехов.

В свою очередь председатель профсоюза строителей Москвы Валерий Лаптев как представитель стороны, заключающей московское отраслевое трёхстороннее соглашение, отметил важность системы «Мосстройсертификация», нацеленной прежде всего на безопасность, качество и надёжность продукции – при возведении школ, домов, детских садов

и строительстве в целом, а также энтузиазм и профессионализм людей, которые поддерживают развитие этой системы на протяжении 25 лет. Сотрудничество, продолжающееся между социальными партнёрами более четверти века, переходит в новую стадию, учитывая современные цифровые требования.

Всего за всё время деятельности системы «Мосстройсертификация» выдано более 46 тыс. сертификатов соответствия.

В систему «Мосстройсертификация» на первом этапе вошли 13 независимых органов по сертификации и 19 испытательных лабораторий, действующих на базе ведущих институтов – НИИЖБ, ЦНИИСК, НИИОСП, НИИМосстрой, МГСУ, МАДИ и других. За первые два года «Мосстройсертификацией» было выдано более 850 сертификатов соответствия почти 150 крупнейшим московским строительным компаниям и производителям стройматериалов. В их числе были такие гиганты московского стройкомплекса, как «Мосинжстрой», «Моспромстрой», «Моспромстройматериалы», «Главмосстрой» и т.д.

Значение «Мосстройсертификации» на московском рынке усиливалось ещё и тем фактом, что Инспекция госархстройнадзора Москвы могла приостановить любую московскую стройку, если на ней отсутствовали сертификаты «МСС». Это накладывало на органы по сертификации «МСС» особую ответственность за качество их работы. И строители, и производители строительных материалов понимали, что «Мосстройсертификация» – это система, которой можно доверять.

Вскоре было решено, что наравне с сертификатами МСС в Москве могут действовать сертификаты, выданные федеральным органом по сертификации. Это было правильным решением, потому что испытательные лаборатории

и для федерального органа по сертификации, который работал в системе Госстроя России, и для московского органа по сертификации были фактически одни и те же – ведущие лаборатории главных отраслевых НИИ.

Нужно сказать, что в России в целом есть проблема испытательными лабораториями, поскольку все они очень неравноценные с точки зрения оборудования и специалистов. И по сравнению со многими территориальными испытательными лабораториями московская база – одна из лучших. Лаборатории, которые и раньше, и сейчас взаимодействуют с «Мосстройсертификацией», оснащены современным оборудованием, располагают высокопрофессиональными специалистами. Поэтому сертификатам, выданным в системе «Мосстройсертификация», доверяют и государственные, и коммерческие заказчики.

Кроме того, на рынке постоянно появляются новые материалы и изделия. Быстро и качественно подтвердить их реальное соответствие стандартам, которые сегодня действуют на строительном рынке, может только сильная, хорошо проработанная система сертификации. И если это добросовестный орган по сертификации, если лаборатории оснащены всем необходимым оборудованием, там есть специалисты, которые действительно являются профессионалами, то таким сертификатам можно доверять и на них рассчитывать. Бывает так, что даже аккредитованные в системе сертификации органы по сертификации работают не всегда добросовестно и сертификаты, которые они выдают, не всегда соответствуют реальному положению дел. Поэтому лучше работать с теми, кому доверяешь, кто имеет многолетний опыт, отвечает за свою работу, и в этом плане «Мосстройсертификация» как раз относится именно к такой системе, которой можно доверять.

Сегодня в системе «Мосстройсертификация» работает 35 органов по сертификации и 22 сертификационные испытательные лаборатории (центра). Часть лабораторий и органов по сертификации, к сожалению, не сохранилась,

а некоторые члены были исключены из-за того, что не смогли обеспечить качественное выполнение работ по подтверждению соответствия. Так что уровень профессионализма остаётся одним из главных требований к участникам системы «Мосстройсертификация».

НОВЫЙ ВЗГЛЯД

Со сменой руководства АО «Мосстройсертификация» с июня 2021 года была начата разработка плана дальнейшего развития компании и привлечены к этой работе новые кадры – молодые и амбициозные. Сложившаяся в итоге команда управленцев и специалистов намерена совершить заметный рывок вперёд, выйти на новый уровень развития.

В первую очередь планируется переработать внутреннюю нормативную базу, на основе которой работает система «Мосстройсертификация». Необходимо провести ревизию всех документов и привести их в соответствие с современным уровнем развития отрасли, включая цифровые технологии в строительстве.

После актуализации основных документов МСС предполагается провести инспекционный контроль всех участников системы. По сути, это будет повторная проверка компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий, а также экспертов с учётом новых требований.

Также планируется повысить уровень защиты всех бланков «Мосстройсертификации». В настоящее время бланк сертификата соответствия системы «Мосстройсертификация» имеет минимальную защиту – по сути, это только голограмма. Известны образцы поддельных сертификатов в разных системах добровольной сертификации, в том числе и в «Мосстройсертификации».

Чтобы обезопасить сертификаты, можно пойти двумя путями: либо заказать очень дорогую бумагу с водяными знаками и десятью степенями защиты, либо через QR-коды. Если QR-коды будут стоять на каждом бланке, потребитель очень легко проверит, действующий это сертификат или нет: достаточно отсканировать QR-код – и потребитель или иное заинтересованное лицо автоматически попадёт на сайт «Мосстройсертификации» и найдёт документ в реестре. Если на сертификате будет поддельный QR-код – потребитель просто не сможет попасть в реестр. А в настоящее время прорабу или другому лицу проверить подлинность сертификата и, соответственно, качество поставленного строительного материала затруднительно. Нет эффективного инструмента для проверки, поэтому необходимо очень много времени, чтобы установить подлинность сертификата. В результате процесс проверки просто игнорируется. Если же на

сертификате будет QR-код, то это и будет инструмент, с помощью которого (сотового телефона и стандартного приложения – сканера для QR-кодов) можно проверить подлинность сертификата за считанные секунды.

Необходимо навести порядок и с регистрацией систем добровольной сертификации. На сайте Росстандарта их указано более чем 2400. Сколько из них строительных – пока неизвестно. Вероятно, реально действующих систем в строительстве с учётом специализированных не больше десяти на всю страну. Все остальные – это липовые конторы, которые за час вам выдадут любой сертификат.

Сегодня зарегистрировать новую систему добровольной сертификации легко, это скорее уведомительный порядок, чем настоящая регистрация. Нет нормативного акта, где прописано, какие минимально необходимые требования предъявляются к системам, как они проверяются при регистрации и контролируются в ходе мониторинга за её деятельностью, как их можно ликвидировать в случае недобросовестной работы. Необходимо внести изменения в законодательство о техническом регулировании и в некоторые подзаконные акты.

На пике развития (2008–2011 гг.) в МСС работали более 100 участников (более 60 органов по сертификации и более 40 сертификационных испытательных лабораторий (центров)).

МСС очень заинтересована в том, чтобы очистить рынок добровольной сертификации от недобросовестных игроков и фальшивых сертификатов. По сути, уже сейчас нужно начинать перерегистрацию всех систем добровольной сертификации, чтобы понять, какие из них добросовестно работают, а какие нет.

Но без цифровизации всех процессов системы «Мосстройсертификация» дело затянется. Необходимо, чтобы все основные процедуры и документы формировались не на бумаге, как сейчас, а с помощью специального компьютерного программного обеспечения. Предполагается упростить документооборот, он и QR-коды для каждого конкретного сертификата должны формироваться автоматически. Полезен будет и новый сайт «Мосстройсертификации». Пользователи найдут на нём все обновлённые электронные реестры, на которые помогут выйти QR-коды сертификатов соответствия и QR-коды других бланков (свидетельств) МСС.

Самые заметные участники «Мосстройсертификации», работающие в системе практически с момента её основания:

- ОС «МСС-МАДИ» и ИЛ «МСС-МАДИ» в составе ООО «Малое инновационное предприятие «МСС-МАДИ»;
- ОС «Стройфизика-сертификация» и ИЛ «Стройфизика-тест» в составе ФБГУ «НИИ строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук»;
- ОС «ЦС Оргстройсертификация» и ИЛ «Оргстройиспытания» в составе ООО «НПО «Оргстройинвест»;
- ОС НИЦ «Строительство» и ИЛ НИЦ «Строительство» в составе АО «НИЦ «Строительство».

«Мосстройсертификация» давно и продуктивно работает с региональными органами по сертификации и испытательными лабораториями, и эту работу следует продолжить. Качественных и добросовестных систем добровольной сертификации в регионах не хватает, доверие к существующим сильно снизилось. Планируется открыть территориальные органы, которые в основном будут заниматься оценкой компетентности «строительных» лабораторий. На первом этапе по одному территориальному органу в каждом федеральном округе, а потом, как минимум, в половине регионов России. Причём работать в территориальных органах будут местные

жен принимать стройматериалы или строительные работы у субподрядчиков только с подтверждением их качества и надёжности.

Повышение качества продукции – это не только залог её конкурентоспособности граждан, современные и комфортные условия труда и, как следствие, достойная заработная плата.

Сегодня все большее развитие приобретает общественный контроль за качеством продукции, работ и услуг. По сравнению с административными контрольно-надзорными мероприятиями общественный контроль – это информационное, юридическое и методическое содействие предпринимателям по всем аспектам, связанным с развитием предпринимательской деятельности, в случае необходимости представление их интересов при взаимодействии с государственными органами.

На базе регионального объединения работодателей «Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей (работодателей)» планируется создание общественной межотраслевой комиссии по развитию систем оценки соответствия продукции, работ и услуг. Среди направлений её деятельности – разработка нормативных и методических документов, формирование состава экспертов по отраслям, проведение экспертных обследований, методическое и консультационное содействие.

Учитывая, что контроль качества в различных аспектах затрагивает социально-трудовую сферу, а также напрямую способствует экономическому развитию Москвы, МКПП(р) предложила отразить необходимость создания в столице независимой добровольной системы оценки качества в проекте нового Московского трёхстороннего соглашения на 2022–2024 годы между правительством Москвы, московскими объединениями профсоюзов и московскими объединениями работодателей, что будет способствовать успешному функционированию всех сфер экономики города.

Сферы деятельности «Мосстройсертификации»:

- организация проведения работ по сертификации продукции, работ, систем менеджмента и других объектов сертификации, используемых в строительстве;
- аккредитация строительных лабораторий в целях оценки их компетентности;
- испытания строительных материалов, изделий, конструкций и инструментальный контроль строительных работ;
- лабораторный контроль;
- оказание консалтинговых услуг в области создания систем менеджмента (управления).



КОМПЕТЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

ГЕОРГИЙ САМОДУРОВ: «РОССИЙСКОЕ СТАНКОСТРОЕНИЕ НАХОДИТСЯ НА ПУТИ К ПОЗИТИВНЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ»

О состоянии и перспективах развития национального станкостроения журналу «Русский инженер» рассказывает заслуженный машиностроитель России Георгий Самодуров – президент Ассоциации «Станкоинструмент», которой он руководит уже больше семнадцати лет.

– Георгий Васильевич, мы знаем: станкостроительная отрасль критически важна для обеспечения экономического развития страны.

– Это на самом деле так. Не случайно же во время военных действий в первую очередь эвакуируют людей и станочное оборудование. Без станка производство мертво, а без производства затихает и сама цивилизованная жизнь. Обращаясь к истории отечественного станкостроения, отмечу, что его развитию в стране всегда уделялось большое внимание. В недалёком прошлом отрасль станкостроения занимала второе-третье место в мире по производству и потреблению металлообрабатывающего оборудования. Это важные показатели. Именно станкоинструментальная отрасль обеспечивает технологическую независимость страны.

– Что сегодня происходит в российском станкостроении? Много пишут в СМИ, что в разработке нового высокотехнологичного оборудования мы сильно отстаём от развитых стран.

– Не всё так плохо. Разработки предыдущих лет позволили опережающими темпами организовать производство высокотехнологичной продукции в отрасли даже в санкционный период. В ковидном 2020 году по сравнению с 2019 годом станков с числовым программным управлением и обрабатывающих центров мы выпустили на 6,3% больше, кузнечно-прессовых и литейных машин – на 6% больше. Так что, несмотря на пандемию коронавируса, международные санкции и связанные с этим финансовые сложности, предприятия Ассоциации не только сохранили свои позиции, но и укрепили их по целому ряду показателей. Огорчает то, что снизилось в целом производство инструмента, который выпускают 34 завода, – общий показатель составил 96,3%. Конечно, есть в инструментальном комплексе и успешные заводы. У них показатели производства выше среднеотраслевых. В этом году мы наблюдаем устойчивый, пусть и небольшой, рост объёмов производства. Итоги первого полугодия вселяют определённый оптимизм: темпы роста составили 104–105% к уровню 2020 года.

– Поддерживает ли государство отрасль?

– Поддерживает. В последние годы, особенно в прошедшем, был принят целый ряд нормативно-правовых актов, направленных на решение определённых проблем в отрасли и создание условий для её более динамичного развития. В прошлом году подписано пять постановлений и одно распоряжение Правительства РФ по станкоинструментальной отрасли.

Так, 10 августа 2020 года вышло Постановление Правительства РФ № 1206 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета производителям станкоинструментальной продукции в целях предоставления покупателям скидки при приобретении такой продукции». С 10 сентября 2020 года это постановление начало работать. Таким образом, в отрасли были введены субсидии для закупки продукции, если у потенциального потребителя не хватает средств. Этот механизм даёт возможность снизить цену для потребителя, а чтобы производитель не ощущал финансовых потерь, разница в цене субсидируется предприятиям из федерального бюджета. Такой механизм существует во многих странах. Он даёт возможность увеличивать внутренний рынок потребления продукции. В прошлом году девять предприятий, входящих в Ассоциацию, уже благополучно воспользовались этой мерой поддержки.



Обрабатывающий центр токарный СТ25Л 000 «Станкомашстрой», г. Пенза

Было принято Постановление № 1289 от 26 августа 2020 года «Об авансировании договоров (государственных контрактов) о поставке промышленных товаров для государственных и муниципальных нужд, а также нужд обороны страны и безопасности государства». Его суть в том, что предприятиям, работающим на нужды страны и безопасность государства и покупающим за счёт федерального бюджета отечественную станкоинструментальную продукцию, производство заказанного оборудования обязаны авансировать не менее чем на 80%. Это постановление начало выполняться в текущем году.

С 2021 года вступило в силу также федеральное Постановление № 2013 от 3 декабря 2020 года «О минимальной доле закупок товаров российского происхождения». Данный документ с 1 января 2021 года устанавливает объём закупки оборудования и инструмента в станкостроительной отрасли – 60–70%, и эта доля будет увеличиваться в 2022 и 2023 годах. Постановление устраняет разночтения между ФЗ № 223 и ФЗ № 44, которые устанавливали процедуру закупки оборудования.

5 ноября 2020 года вышло очень важное для нас Распоряжение Правительства РФ № 2869-р, в котором утверждена «Стратегия развития станкоинструментальной промышленности до 2035 года». В его подготовке совместно с отраслевым сообществом участвовала и Ассоциация. Мы согласовали с Минпромторгом РФ, что в рамках Стратегии будем утверждать конкретный план мероприятий для её реализации.

Ещё одно постановление (№ 616, вышедшее в апреле 2020 года) – я не буду цитировать его длинное название – устанавливает запрет на закупку предприятиями ОПК импортного оборудования при наличии российского аналога. Я считаю, что это одно из ключевых постановлений, которое было инициировано Ассоциацией ещё в 2011 году для развития внутреннего рынка без бюджетного финансирования. Именно этот документ во многом дал импульс для развития внутреннего рынка потребления продукции отрасли, безусловно, сыграл положительную роль в её развитии.

Сегодня объём рынка составляет около 100 млрд рублей, из которых 30 млрд – это отечественные поставщики, остальное – импорт. Как видим, цифры не в нашу пользу. Но ещё семь лет назад соотношение было 90% на 10%. Поэтому нас по-прежнему очень волнует и тревожит выделение необходимого финансирования на реализацию мер поддержки.

Что такое 200 млн руб. в 2020 году на субсидирование закупок для снижения ценовых параметров по постановлению Правительства РФ № 1206? Это крохи, хотя и эта помощь нам помогла. В России очень много предприятий, которые не могут себе позволить закупать отечественные качественные современные новые станки и другое оборудование, потому что у них на это не хватает денег. В 2021 году (на момент нашего интервью) вместо обещанных 2–3 млрд руб. по тому же постановлению выделили лишь 300 млн руб. Вот такое исполнение важных документов. Это при том что денег в бюджете много.

Также нами подготовлен комплекс мер, касающийся выработки внутриотраслевой энергетической стратегии, дающей предприятиям определённые преференции в вопросах цен на электроэнергию. Серьёзное внимание в этом году уделяется цифровизации предприятий и отрасли в целом.

Развитие внутреннего рынка потребления – одна из главных задач, которую решают и производители, и государство, и Ассоциация. Не будет спроса, не будет отлаженного сбыта продукции – предприятия затоварятся и останутся без средств. Снизится выпуск станков и оборудования, инструмента. Поэтому важно работать с платёжеспособностью заказчиков – многие запаздывают с платежами.

Мы подготовили ряд предложений для решения этой проблемы – вплоть до создания отраслевого банка на базе банка «Столичный кредит». Создали в Ассоциации структуру, которая мониторит ежедневно и ежечасно все проводимые конкурсы по приобретению продукции по специализации отрасли и за

счёт объединения заводов участвует в комплексных закупках и обеспечении заказами предприятия. То, что произошло в 2020 году из-за коронавируса, подтолкнуло нас к тому, чтобы по-новому посмотреть и на ситуацию с участием отечественных заводов в различных конкурсах, и на обеспечение гарантий на их участие. Мы сегодня членам Ассоциации «Станкоинструмент» предоставляем эти услуги.

Остро стоит вопрос научного обеспечения деятельности предприятий. Нужна поддержка НИОКР и их реализации. Мы испытываем большой дефицит элементной электронной базы, которая нужна для «умных» станков с ЧПУ. Это во многом научная, инженерная работа. И хотя в рамках импортозамещения мы много чего уже делаем сами, проблема ещё остра. Ассоциация «Станкоинструмент» подготовила предложения по принятию программы организации выпуска комплектующих изделий.



Балансировочный станок БМ-65000000 компании «Диамек»

– А на каком уровне находятся производимые у нас станки, можем ли мы их поставлять на экспорт?

– Конечно. Наше станкостроение всегда экспортировало свою продукцию, хотя по многим позициям нам приходится ввозить станки и оборудование, инструмент из-за рубежа. Тем не менее в 2020 году на экспорт было поставлено 712 станков в 48 стран мира, причём покупают отечественную продукцию и европейские страны – Германия, Италия, Франция. В США мы экспортируем примерно столько же, сколько у них покупаем. Берут наши станки и прессы Южная Корея, Япония, Китай. Номенклатура большая – электроэрозионные, электрохимические, обрабатывающие центры, расточное и фрезерное оборудование, токарные станки, гибочное и раскройное оборудование и другое. В основном мы не уступаем по техническому уровню продукции зарубежным производителям, однако часто проигрываем в условиях поставки, из-за чего страдает и наш внутренний рынок.

Например, иностранцы могут поставлять оборудование под 15–20% авансового платежа и дают рассрочку своим потребителям на 5–7 лет под 2% годовых. К сожалению, у нас не развита политика протекционизма, и финансовые механизмы поддержки производства, как я уже говорил, слабые, работают недостаточно. А ведь станкостроительная продукция изготавливается долго – от 6 до 12, а то и до 18 месяцев. У предприятий на такой производственный цикл зачастую не хватает собственных оборотных средств. Им приходится брать кредиты на драконовских условиях – под высокие проценты. Минпромторг разрабатывает полезные документы, но и они, и поручения Президента выполняются лишь частично. Документы застревают в Минфине и Минэкономразвития – всё, что требует денег, там встречается в штыхы...



Станок круглошлифовальный универсальный, модель КШ-600, изготовитель – ООО «Владимирский станкозавод «Техника»

– Но в стране нет недостатка денег....

– К сожалению, реализуемая в России экономическая политика сильно тормозит производство наших станков, хотя многие модели отечественного оборудования ни в чём не уступают зарубежным разработкам.

Минпромторг РФ пытается изменить ситуацию, что-то у него получается. Так, создан Фонд развития промышленности, который выделяет кредиты на перевооружение предприятий станкоинструментальной отрасли. Можно получить на техническое переоснащение предприятия до 500 млн руб. с выплатой кредита в течение семи лет. Нормальные механизмы, но только для перевооружения. А средства нужны ещё и для НИОКР, научного обеспечения деятельности предприятия, создания современных лабораторий, пополнения оборотных средств... Эти проблемы всем известны, но почему-то всегда находятся за гранью принятия соответствующих документов. Не стимулирует производство станков, инструмента и налоговая политика.

– Но и некоторые производители ведут себя недостойно: получают субсидию на разработку и производство, а поставляют закамуфлированные зарубежные станки под видом российских.

– К сожалению, есть ряд недобросовестных компаний, которые вместо того, чтобы заниматься импортозамещением, проталкивают всеми правдами и неправдами на наш рынок китайские, немецкие и другие станки, инструмент, выдавая их за российские изделия. Аккуратно наклеивают на иностранную продукцию наши российские бренды – якобы сделано в России – и даже делают маркировку наших инструментальных заводов. Но эти организации не являются членами Ассоциации. Мы с этим явлением тоже боремся.

Или, например, поступает оборудование из Чехии. Оно конкретной модели, есть номер станка и т.д. В таможенных декларациях всё это прописывается. Но чудеса: оборудование пересекает российскую границу – и уже указано, что его изготовили в России. На самом деле на оборудование просто навешивают ограждения, которые были демонтированы при его транспортировке, и цена станка уже увеличивается в четыре-пять раз.

Факты таких поставок известны. Бывает и иное. Например, произошёл скандал с южнокорейским производителем инструмента. А потом оказалось, что корейцы не виноваты, это посредники поставляли под видом южнокорейских высокотехнологичных свёрл дешёвые и быстро ломающиеся китайские подделки. На таких незаконных операциях дельцы накручивают триста-четыре процента.

Чудовищные вещи! Как с этим бороться? Вот когда раньше наша Ассоциация вместе с Минпромторгом активно занималась такими вопросами, то ситуация была несколько иная. Мы видели весь комплекс проблем, возникающих при поставке продукции, особенно для предприятий оборонно-промышленного комплекса. И когда делали анализ заявок на оборудование, то видели, какое решение нужно принять. Мы готовили заключение на поставляемое оборудование, проверяли, есть ли его аналог в России. Увы, в последние полтора-два года Ассоциация от этой работы отлучена. Мы мешаем кому-то провозить не всегда качественное импортное оборудование, при том что у него есть высокотехнологичные и качественные российские аналоги.

Для компаний, которые занимаются поставкой импортного оборудования под маркой российского, наша Ассоциация – главный враг, и у них есть мощное лобби.

Если взять информацию двух-трёхлетней давности, то ежегодно на российском рынке на поставках оборудования для предприятий ОПК «нагревали руки» от 450 до 500 компаний. Причём многие из них поставляли одно-два изделия для каких-то предприятий и потом, как правило, исчезали.

При этом ясно, что Минпромторг и Минэкономразвития не будут заниматься вопросами фальшивых поставок, их дело – выработка и реализация промышленной политики. Липовым «российским» оборудованием должны заниматься таможенники, правоохранительные органы и общественные организации.

– Какая сейчас ситуация в отрасли с кадрами?

– Высшая школа сохранилась в большей степени, чем подготовка кадров рабочих профессий, подготовка в колледжах и техникумах. Вузы финансировались государством и в основном сохранили свои позиции. А вот учебные заведения среднего звена и колледжи сейчас только возрождаются. С подготовкой рабочих профессий – большая беда. Из нашей отрасли, да и из других тоже, уходят по возрасту высококвалифицированные рабочие. Многие предприятия вынуждены сами организовывать подготовку молодых кадров, «затачивать» их под свои локальные задачи. Однако не каждое предприятие имеет на это средства. И это одна из серьёзных проблем российского станкостроения. Необходима государственная поддержка для создания многочисленных центров по подготовке рабочих профессий.

– Каким вам видится развитие отечественного станкостроения?

– Я оптимист и абсолютно убеждён, что российское станкостроение находится на пути к позитивным изменениям. Может быть, не к таким масштабным, как хотелось бы видеть, но отрасль лет за пять однозначно продвинется в лучшую сторону. К примеру, внедряется концепция сборочных производств по разработке и созданию ноу-хау. На конкретной площадке осуществляется создание интеллектуальной разработки с ключевыми компетенциями, которые определяют технический уровень и качество выпускаемого оборудования. Изготовление остальных узлов и деталей будет отдаваться на аутсорсинг в рамках производственной кооперации. Это будет в какой-то степени генеральной линией перспективного развития отрасли. Если говорить о десятилетнем периоде, то прогноз очевиден: отрасль станет интеллектуальной, особенно в организации выпуска конечных изделий.

Один пример о позитивных тенденциях в отрасли. В 2016 году группой энтузиастов из Пензы был создан завод ООО «СтанкоМашСтрой». Сегодня это предприятие выпустило тысячный станок с начала своей деятельности. Ныне оно серьёзно расширяет свои производственные площади и номенклатуру. И это не единственный пример.

Подготовила Светлана Величкина
Фото Ассоциации «Станкоинструмент»

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ (ТИМ) В СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Михаил Викторов, председатель Комитета по градостроительной политике, строительству и промышленности строительных материалов Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей), доктор экономических наук, почётный строитель России

Руководством страны принята стратегическая установка на перевод стройки и ЖКХ в цифровую среду. Это означает, что в течение очень короткого срока мы должны не просто уйти от бумажных носителей информации, а перейти к формированию так называемой ТИМ – технологии информационного моделирования.

Эта технология позволяет проектировщику, заказчику, генподрядчику, субподрядчику использовать объёмное изображение объекта с чётко прописанной кодификацией всех элементов. При этом степень детализации может быть очень высокой – вплоть до болта, характеристик материала, технологии изготовления того или иного элемента, например, инженерного оборудования, срока его службы.

Этой же моделью будут пользоваться специалисты эксплуатирующей организации. ТИМ-модель нужна и потенциальному покупателю жилья. Он должен не просто видеть свою будущую квартиру с набором оборудования, но и отследить все заявленные застройщиком пункты спецификации. Мало того, владелец жилья может увидеть всю инженерную начинку дома – тепловые узлы, лебёдки лифтов, оценить состав оборудования. Это очень важно, потому что системы жизнеобеспечения дома – существенная часть стоимости тех квадратных метров, за которые будет платить их владелец. В последующем через личный кабинет он может не только получать информацию об учёте воды, тепла, но и отслеживать все ситуации с гарантийными сроками и то, как управляющая компания их соблюдает. Вся эта информация будет доступна на смартфоне или на планшете.

Неоднократно отмечалось, что переход на ТИМ однозначно обеспечит сокращение сроков строительства объекта и его удешевление, уменьшит расходы на последующую эксплуатацию. Однако

следует отметить, что ТИМ-проектирование несколько дороже традиционного. Сейчас государство вводит нормативы, которые определяют степень удорожания на 17–22%. Выигрыш в том, что детально проработанный цифровой двойник объекта позволяет генподрядчику, застройщику строить строго в соответствии с временным графиком, соблюдать все пункты утверждённой спецификации оборудования и исключать любые ошибки.

В проектной практике много примеров, когда на ходу приходится дорабатывать проект. В ходе такой доработки выявляются ошибки, но их исправление приводит к удорожанию комплектации объекта, заказу дополнительного оборудования или к полной замене уже поставленного. Удорожание стройки в данном случае – это, к сожалению, норма, а от практики заключения различных дополнительных соглашений между заказчиком и генподрядчиком необходимо отходить. Опыт передовых стран, где ТИМ внедряется на обязательной основе, выявляет экономию до 30%. В Великобритании принято решение об обязательности применения ТИМ (в англоязычной версии – BIM), потому что реализация первых пилотных проектов показала значительную экономию средств.

Опыт общения с российским промышленным сегментом, с предприятиями газо- и нефтеперерабатывающего комплекса показал, что в течение двух лет эксплуатации одного завода цифровой двойник позволил сократить

количество людей, задействованных в его обслуживании, избежать многочисленных ошибок, аварий, ремонтов – как плановых, так и внеплановых.

На сегодняшний день такой ТИМ-модели для эксплуатации жилых объектов пока нет. Но дома с применением ТИМ строятся, и для жилищной сферы внедрение цифровых двойников в процесс эксплуатации – перспектива 2022–2023 годов. Руководство строительного блока Правительства РФ ставит очень жёсткие сроки: с 2022 года все заказчики по государственным контрактам должны перейти на проектирование с использованием ТИМ.

Необходимо отметить проблему нехватки кадров. Для Госэкспертизы, Госстройнадзора и даже для заказчиков разного муниципального уровня требуется несколько десятков тысяч специалистов в области ТИМ. Рынок труда в данной сфере сформируется быстро. Для этого нужны соответствующие образовательные программы – как для повышения квалификации в экспресс-режиме, так и базовые. Они позволяют готовить квалифицированных бакалавров и магистров. Темпы заданы очень высокие, и тема информационного моделирования в стройкомплексе России является одной из главных.

Что касается 2021 года, то предстоит решить ряд организационных задач. Нельзя допустить, чтобы наша страна превратилась в некое раздробленное цифровое феодальное государство, в котором действует множество информа-

ционных баз, систем, классификаторов строительной информации. Это те средства, которые формируют ТИМ-модель и ведут к полноценному надзору, стройке и последующей эксплуатации. Следовательно, Россия должна сохранить цифровое равенство и единство.

Внедрение ТИМ (BIM) технологии может происходить по этапам.

BIM-уровень 0 – это когда все участники процесса работают в CAD в 2D, но все данные хранятся структурированно в файлах с правильными наименованиями, в правильных папках и элементы разложены корректно по слоям.

BIM-уровень 1 – к о прибавляется использование 3D-моделей на отдельных этапах, таких как визуализация архитектурной концепции, расчёт аналитической 3D-модели. Ключевым отличием от следующего этапа является то, что каждая модель создаётся отдельно от другой по dwg-подложкам, задания между дисциплинами передаются в 2D и после моделирования в 3D-виды выгружаются в CAD и дооформляются. В 3D-моделях не обращается внимание на наименование элементов, заполненность атрибутов и коллизии.

BIM-уровень 2 – все основные разделы выполняются в 3D, с заполнением атрибутов для вынесения их в марки и спецификации. Все 2D-чертежи, на которых отображается положение объектов, получают на основе модели

оформлением видов. Спецификации выгружаются также из модели. Каждая дисциплина разрабатывается в своём файле или наборе файлов. Дисциплины подгружают друг друга либо рабочими файлами, либо опубликованными файлами заданий, но именно 3D-моделями. Все модели разрабатываются в единой системе координат, в своём проектном положении, что позволяет совмещать файлы и контролировать пересечения в постоянном режиме.

BIM-уровень 3 (такой системы пока нет, это САПР типа google документов или GitHub) – все системы работают с единой базой данных, все специалисты видят изменения друг друга онлайн или по публикации. Все чертежи хранятся в системе и не требуют выгрузки или распечатки. Бизнес-процессы проверок и согласований также находятся внутри данной системы. Вся история действий сохраняется, и всегда можно откатиться к интересующей версии, посмотреть отличия.

Девелоперские компании могут действовать пошагово, формируя цифровую среду и производственные алгоритмы:

1. Настройка и сопровождение CDE (среды общих данных).
2. Написание BIM-стандарта девелопера (EIR – информационные требования заказчика).
3. Разработка проектной BIM-модели и документации из неё.

4. Приёмка документации и BIM-модели с выдачей замечаний к ним в CDE.

5. Выдача документации в производство работ и приёмка ИД безбумажно с помощью ЭЦП.

6. Разработка плановой 5D-модели с привязкой денег и сроков строительства.

7. Ведение строительной модели с фиксацией выполнения по видам работ и захваткам.

8. Выдача предписаний строительного контроля с привязкой к модели.

9. Фотофиксация истории событий на строительной площадке с помощью фото 360, в том числе для фиксации скрытых работ.

10. Фотограмметрия ситуации на стройплощадке по фото с квадрокоптера.

11. Использование лазерных сканов в качестве подтверждающих документов при приёмке ответственных конструкций (исполнительной документации).

12. Отчёты о реализации проекта в смартфоне руководителя проекта.

13. Доработка модели РД до исполнительной модели для её применения на эксплуатации как электронного архива.

14. Визуализация объекта недвижимости инвесторам и при продаже.

Имеется универсальный набор программного обеспечения для гражданского проектирования, предъявить наличие которого может потребоваться при участии в тендере. **РИ**



Татьяна Новикова,
старший методист
городского методического
центра Департамента
образования и науки
города Москвы

Уроки преимущественно проводятся в формате практикумов, а в учебные планы обязательно включаются элективные курсы. Программирование, робототехника, большие данные, аналитическая химия, телемедицина, альтернативная энергетика и генетика – вот лишь малая часть дисциплин, которые изучают московские школьники в рамках предпрофессиональных классов.

Обучение построено таким образом, чтобы сформировать у ребят необходимые умения и навыки для будущей профессии в выбранной сфере. На занятиях школьники знакомятся с перспективными научными исследованиями, изучают способы секвенирования генома и нейротехнологии, осваивают профессиональные программы для 3D-моделирования и прототипирования, используют современные языки программирования и методы анализа данных. Московские школы располагают всеми необходимыми ресурсами: цифровыми лабораториями, 3D-принтерами и сканерами, тренажёрами для отработки навыков первой помощи, наборами по экспериментальной физике и другим современным оборудованием.

В настоящее время старшеклассники могут выбрать одно из семи направлений: «Академический класс в московской школе» (открыты в 28 школах, более 2 тыс. учеников), «Медицинский класс в московской школе» (в 75 школах, более 5 тыс. учеников), «Инженерный класс в московской школе» (в 117 школах, более 9 тыс. учеников), «IT-класс в московской школе» (в 67 школах, более 3 тыс. учеников), «Медиакласс в московской школе»

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МОСКОВСКИХ ШКОЛАХ

Проекты предпрофессионального образования в московских школах существуют более пяти лет. Главный акцент сделан на формировании практических навыков, которые пригодятся ребятам в будущей работе. Таким образом, старшеклассники не только получают теоретические знания, но и осваивают специализированное оборудование, проводят научные исследования и проходят практику на площадках будущих работодателей.



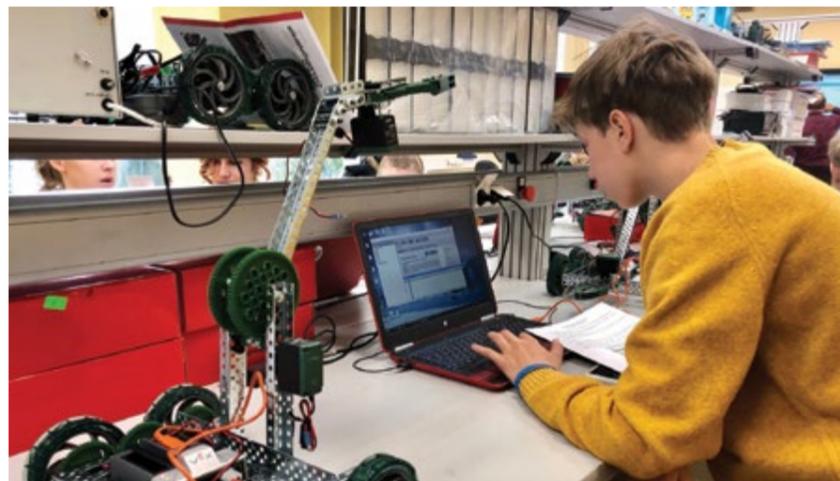
(в 57 школах), «Кадетский класс в московской школе» (в 249 школах, более 25 тыс. учеников), «Новый педагогический класс в московской школе» (в 24 школах, более 1,4 тыс. учеников).

Занятия в предпрофессиональных классах ведут не только школьные учителя, но и сотрудники высших учебных заведений, а также практикующие специалисты. Школы – участницы проектов активно сотрудничают с профильными федеральными вузами, медицинскими, военными и научными организациями.

Учёные и специалисты различных организаций выступают в роли руководителей проектных и исследовательских работ обучающихся, проводят экскурсии, лекции, семинары и мастер-классы на базе своих лабораторий, организуют для педагогов курсы повышения квалификации и реализуют программы дополнительного образования для школьников.

Например, специалисты ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова в период летних каникул организуют «Школу юного хирурга» – серии семинаров и практических занятий для учащихся.

Многие вузы – партнёры инженерных классов проводят для школьников «Инженерные каникулы» по различным направлениям. Например, в МГТУ «СТАНКИН» учат разработке мобильных приложений, в МАДИ – использованию электронных технологий и систем в автомобиле, в Московском политехническом университете – прототипированию и проектированию новых конструкций и механизмов с использованием 3D-печати, в МИСиС – зелёным технологиям. Школьники посещают мастер-классы, лекции, выполняют практические работы в лабораториях. Итогами таких мероприятий являются выполненные проекты.



Сотрудники Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН в последнем учебном году организовали конкурс эссе для школьников «Материал мечты». В качестве экспертов сотрудники института участвовали в конференции «Наука для жизни», курировали исследовательские работы школьников, которые впоследствии побеждали на различных конкурсах. Также специалисты института проводили экскурсии в научные лаборатории во время акции «На острие науки», выступали с лекциями в образовательных организациях, участвуя в программе «Учёные – в школы», а также проводили онлайн-мероприятия в рамках проектов «Научные субботы» и «Учёные каникулы».

Начиная с сентября 2020 года РЭУ им. Г.В. Плеханова проводил мероприятия по направлению «Предпринимательские классы»: профориентационные игры «Путь финансового разведчика: уйти нельзя остаться», мастер-классы «Бренд или не бренд – сила бренда в современном мире», «Приключения итальянцев в России», «Прикладная нейроэкономика – вчера, сегодня и завтра», «Основы дизайн-мышления», «Писать, чтобы тебя услышали», а также семинары для школ проекта, тренинги и воркшопы.

Для учителей школ были проведены курсы повышения квалификации по программам «Особенности преподавания финансовой грамотности для «Предпринимательских классов», «Методика преподавания элективного курса «Основы предпринимательства» для профильных классов».

Что касается конкурсов, то для учащихся в рамках мероприятий городских проектов предпрофессионального образования ежегодно проходят научно-практические конференции. В 2021 году во время конференций проводились два вида конкурсов: конкурс проектов и исследований и конкурс предпрофессиональных умений.

На конкурсах проектов ученики представляли свои проектные и исследовательские работы по различным направлениям, в том числе и по естественным наукам. Работы оценивали эксперты из числа работодателей, представителей профессорско-преподавательского состава вузов и научных организаций – партнёров проектов.

В конкурсах приняли участие около 11 тыс. школьников, более 1,5 тыс. обучающихся стали победителями и призёрами.

Конкурсы предпрофессиональных умений были проведены после завершения обучения по образовательным программам, реализуемым в рамках проектов, с целью независимой диагностики качества образования учащихся предпрофессиональных классов. Проводились они с участием вузов – партнёров проектов по профилю обучения.

Конкурсы состояли из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть – проверочная работа на компьютере. При выполнении заданий школьники использовали знания, полученные при изучении профильных предметов.

Практическая часть проводилась на базе вузов – партнёров проектов. Ребята

решали разноплановые практические ситуационные задачи с использованием реального оборудования, тренажёров, симуляторов. Практическая часть – выполнение кейсовых заданий – позволила школьникам продемонстрировать на практике свои умения, навыки и компетенции.

В конкурсах предпрофессиональных умений приняли участие около 18 тыс. учащихся московских школ, более 6 тыс. стали победителями и призёрами.

Московская предпрофессиональная олимпиада проходит по трём направлениям: инженерно-конструкторскому, технологическому и научно-технологическому. Она состоит из двух этапов. Первый этап предусматривает индивидуальное участие, единый комплект заданий и единые сроки по всем направлениям, второй – индивидуальное решение междисциплинарных и кейсовых задач в соответствии с направлением олимпиады.

Олимпиадные задания связаны с областью естественных наук: физики, химии, биологии. Задания в биотехнологическом профиле включают вопросы естественно-научного и инженерного характера. По данному направлению в 2021 году были определены 34 победителя и призёра. В научно-технологическом профиле представлены задания из областей, находящихся на стыке таких наук, как биофизика, биоинформатика и кибернетика. По итогам олимпиады победителями и призёрами стали 19 учащихся.

Также для школьников проводится Всероссийская Сеченовская олимпиада по биологии и химии. Её задания имеют медицинскую направленность. 229 обучающихся образовательных организаций столицы стали победителями и призёрами олимпиады, из них 163 человека обучаются в школах – участниках проекта «Медицинский класс в московской школе».

РИ



ПОЗДРАВЛЯЕМ!!!

АНАТОЛИЮ АЛЕКСЕЕВИЧУ СПЕРАНСКОМУ – 75 ЛЕТ!

Анатолию Алексеевичу Сперанскому – авторитетному учёному в области теории и практики стендовых испытаний интеллектуальных кибернетических систем, полунатурного математического моделирования и научно-исследовательского сопровождения разработки и лётных испытаний интеллектуальных авиационных систем, вице-президенту Российской инженерной академии и постоянному автору журнала «Русский инженер» – 75 лет!

А.А. Сперанский – один из потомков реформатора государственного управления в эпоху императора Александра I Михаила Михайловича Сперанского. Следующие поколения Сперанских верой и правдой служили Отечеству, среди них были администраторы, священнослужители, выдающиеся врачи.

С детских лет творческие и организаторские способности проявил и А.А. Сперанский. Десятилетний школьник инициативно организовал любительское объединение читателей «Союз» под лозунгом «Книга – источник знаний, произведение искусства и памятник культуры», ставшее впоследствии Всесоюзным молодёжным центром общественной пропаганды книги. А его юный организатор и бессменный председатель стал одним из самых известных знатоков книжного дела в СССР.

В 15 лет он стал победителем Всесоюзной молодёжной научной олимпиады «Юный химик» с вручением бронзовой медали Выставки достижений народного хозяйства СССР. Во время учёбы в Московском авиационном институте А.А. Сперанский был активным участником студенческих строительных отрядов по освоению отдалённых территорий СССР, за что получил первое профессиональное звание «Почётный строитель БАМ» и звание «Ударник коммунистического труда» за строительство трассы Абакан – Тайшет Байкало-Амурской магистрали.

Работая в Институте теоретической кибернетики – ГосНИИ авиационных систем, занимаясь физическим стендовым (полунатурным) моделированием авиационных оборонно-наступательных боевых систем, прошёл путь до заместителя директора ведущего отраслевого НИИ, стал кандидатом технических наук.

Молодой инженер обращается в Центральный комитет Коммунистической партии с инициативой о создании Всесоюзного добровольного общества любителей книги (ВОК), и в 1974 году на Учредительном съезде комсомолец Анатолий Сперанский избирается членом президиума и заместителем председателя правления ВОК, объединявшего более 18 млн читателей.

Увлечённый впоследствии книгоизданием, А.А. Сперанский поступил в Московский полиграфический институт и, окончив его, организовал издание гуманитарно-просветительских раритетов, а также серию учебников, пособий и методических материалов для средней школы, становится основателем и генеральным директором Издательского дома «Благовест». На поприще книгоиздания он добивается общественного признания. А.А. Сперанского избирают вице-президентом Международного союза книголюбов, в который входят региональные организации России, а также стран СНГ. Его издательская деятельность отмечена Большой золотой, двумя бронзовыми, двумя серебряными и четырьмя золотыми медалями ВДНХ СССР, Знаком Почёта и Почётной грамотой Министерства культуры РФ, почётным знаком «Отличник печати» Госкомитета по делам издательств и присвоением Указом Президента Российской Федерации почётного звания «Заслуженный работник культуры».

Но затем А.А. Сперанский вновь возвращается к научной деятельности и создает инновационное Научно-производственное предприятие «Рэм-вибро», поставившее задачу формирования современного взгляда на фундаментальные основы и прикладные аспекты интеллектуальных инструментов волновой механики упругих систем и сплошных сред.

С 1990 по 2010 год А.А. Сперанский научно обосновал, разработал и подтвердил в многочисленных исследовательских приложениях общую универсальную Теорию траекторного энергетического анализа волновых состояний механических систем, успешно объединил новые фундаментальные междисциплинарные знания в области физики сплошных упругих сред.

Волновая информационная технология, разработанная А.А. Сперанским, актуальна в наземном, авиационно-космическом, морском и подводном транспорте; атомной, тепловой и гидроэнергетике; строительстве и эксплуатации сложных и опасных наземных, подвод-

ных и космических объектов; в индустриальном материаловедении, гидроакустике, 3D-геолокации, геоинформационных системах прогноза и предотвращения природно-технических катастроф, научных исследованиях. Она успешно применена и продемонстрировала высокую наукоёмкую эффективность и достоверность в исследовательских приложениях и прикладных испытаниях в ПАО «Газпром», ГК «Росатом», ГК «Ростех» и многих других.

Разработанный А.А. Сперанским технология становится победителем национального Конкурса русских инноваций в номинации ИТ. Он привлекается к проведению ответственных экспертиз, выполнению исследовательских работ, становится лауреатом Национальной премии в области науки, техники и организации производства имени А.Н. Косыгина, лауреатом национальных инженерных премий – имени К.Э. Циолковского Академии космонавтики, имени легендарного конструктора вооружений М.Т. Калашникова, имени металлурга А. Чохова, имени уральских изобретателей братьев Черепановых, имени первопечатника И. Фёдорова. А.А. Сперанский награждён золотой медалью первого Международного салона инноваций и инвестиций, является лауреатом золотой медали Международного салона изобретений «Архимед», золотых медалей Международной выставки «Изделия и технологии двойного назначения».

В 2010 году А.А. Сперанский связал свою судьбу с Российской инженерной академией (РИА). Начался новый этап его творческой деятельности в составе профессионального научно-инженерного сообщества. Он профессионально и ответственно формирует и внедряет эффективные механизмы по созданию в структуре РИА научно-технологических центров по приоритетным направлениям, обеспечивающим устойчивое развитие общества и территорий.

Редакция журнала поздравляет Анатолия Алексеевича с 75-летним юбилеем и желает здоровья, творческих успехов и новых публикаций.

РИ

НАЗАД В БУДУЩЕЕ XVII ВЕКА

РЕТРОСПЕКТИВА ФЕНОМЕНА КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ УПРУГИХ СИСТЕМ

Светлой памяти профессора Александра Альфредовича Цернанта, выдающегося учёного в области механики грунтов

Анатолий Сперанский,
вице-президент Российской инженерной академии по науке и международному сотрудничеству, президент Международного института антропогенной безопасности в Белграде, заслуженный работник культуры РФ, заслуженный инженер России, DExpert, профессор, академик РИА, МИА, ИАА

Александр Цернант,
научный руководитель ЦНИИ транспортного строительства и ФЦ стандартизации Минстроя РФ, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный строитель РФ, доктор технических наук, профессор, академик РАТ и РАЕН

Александр Бажанов,
генеральный директор НПП «Рэм-вибро», главный редактор журнала «Двигатель», председатель НТС лаборатории «Техногенная безопасность» МИАБ, академик МИА, член-корр. РИА

Выдающийся английский естествоиспытатель и изобретатель Роберт Гук, член Лондонского королевского общества, в 1660 году сформулировал основополагающий закон механики, связывающий причину и следствие напряжённо-деформированных состояний упругих систем сплошных сред. Одновременно гениальный основоположник фундаментальной основы естествознания Исаак Ньютон сформулировал три закона классической механики (1687), основанные на концепции сплошности (непрерывности) и принципе суперпозиции, вместе с Готфридом Лейбницем создал дифференциальное и интегральное исчисления (1676), а их не менее гениальный продолжатель Леонард Эйлер системно объединил дифференциальное и интегральное исчисления (1742). Успехи выдающейся когорты интеллектуалов взорвались интересом мировой науки к теории упругости в механике сплошных сред.

ГЕНИАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ПРЕДВИДЕНИЯ XVII–XIX ВЕКОВ

Жозеф Луи Лагранж, ученик Леонарда Эйлера, научный руководитель Жана-Батиста Фурье и Симеона Пуассона, прославился как автор вариационных принципов анализа внутривидовых энергетических преобразований в теоретической механике. Первооткрыватели пространственных эллиптических уравнений напряжений Габриель Ламе и эллиптических уравнений деформаций Огюстен Луи Коши математически описали фазовые Lt-пространства в механике упругих систем. Триумф математиков укрепил Пьер-Симон де Лаплас, автор фундаментального «Трактата по небесной механике» (1796), один из создателей теории вероятностей.

Гениальные научные предвидения, продемонстрированные выдающимися

механиками и математиками XVII–XIX веков, будучи фундаментальными знаниями пространственно-временной Lt-мерности, три с половиной столетия не были востребованы в задачах метрологии в связи с всеобщим господством методов усреднённо-качественных скалярных измерений и усреднённо-статистического анализа виброакустических колебательных процессов при полном отсутствии интеллектуальных Lt-инструментов наблюдения пространственно-временных напряжённо-деформированных состояний в механике упругих систем сплошных сред.

ФЕНОМЕНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ ПРОЗОРЛИВОСТЬ XIX–XX ВЕКОВ

Продолжив интеллектуальный прорыв в фундаментальных знаниях механики упругих систем во времена ремесленного

технологического уклада XVII века и индустриальных укладов двух научно-технологических революций XVIII–XIX веков, выдающиеся учёные-механики, акустики и математики проявили феноменальную научную прозорливость, творчески развивая теоретические основы новых знаний механики упругих систем и создавая соответствующий им научный математический аппарат анализа и прогноза эксплуатационных состояний пространственно-временной Lt-мерности.

Анри Пуанкаре принадлежит авторство мультидисциплинарной теории функций комплексных переменных, топологии и теории динамических систем, обладающих функциональной зависимостью каждого элемента от времени и положения в фазовом пространстве. Джозайя Уиллард Гиббс (1901) является

одним из создателей тензорного (векторно-фазового) анализа, статистической физики и математической теории термодинамики.

Глубокий научный интерес к решению проблем безопасной эксплуатации технических систем сложился в России в начале XX века. Выдающийся русский учёный в области системных исследований, теории управления и устойчивости академик А.М. Ляпунов с учётом работ У.Р. Эшби использовал применяемый в теории живых систем биосферы термин «гомеостаз» (homeostasis) и распространил его на описание, наблюдение и анализ процессов и состояний энергетических и механических преобразований в антропогенной области жизнедеятельности.

Понимаемый как состояние подвижного динамического равновесия природно-технических систем в обмене энергией, информацией и веществом с внешней, в том числе окружающей природной, средой, гомеостаз в техносфере стал эффективным инструментом исследований, проектирования, валидации, моделирования, производства, испытаний, сертификации, эксплуатации, диагностики, ремонта и подтверждения соответствия тактико-технических характеристик (ТТХ) по всему жизненному циклу механических объектов сложных систем. Выдающееся открытие А.М. Ляпунова через непрерывное наблюдение соответствия ТТХ существенно значимо для проблем оптимизации решений, эффективного прогнозирования аварийных состояний и чрезвычайных ситуаций, предупреждения и предотвращения катастроф. Более ста лет прикладные теории А.М. Ляпунова в контексте гомеостаза неживых систем в России и за рубежом не востребованы.

Одним из первых механиков, обративших внимание мировой метрологической общественности на недостоверность скалярных измерений, был выдающийся русский учёный-гидроакустик академик А.Н. Крылов, обосновавший в теории векторно-фазовой реконструкции колебаний идею повышения мерности и временной связанности измерения пространственных компонентов механических колебаний.

В общей фундаментальной научной постановке Lt-мерность учитывает обозначенную А.Н. Крыловым проблеме «фазности измерения компонентов» векторных динамических параметров в векторном анализе как свойство временной связанности коэффициентов преобразования тензорной матрицы, устанавливающей системную причинно-следственную связь состояний в пространственно-временной мерности упругих физических состояний.

Выдающийся гидромеханик первым в мире опубликовал утверждение, что «... поскольку энергетические колебательные процессы природного синтеза состояний механических систем имеют всеобщий пространственно-временной Lt-характер, то для их объективного наблюдения и адекватного анализа необходимо стремиться к мерности, соответствующей собственно наблюдаемым физическим колебательным процессам пространственно-временной 4D-мерности земной цивилизации». Около ста лет прикладная теория А.Н. Крылова в контексте соответствия мерностей наблюдения и анализа в России и за рубежом не востребована.

Исходя из Lt-мерности земной цивилизации (шестая константа мироздания), ожидание новой метрологически-аналитической парадигмы позволяет обоснованно считать все диагностические параметры в механике упругих систем «... аттракторами – компактным подмножеством полевых или дискретного n-мерного фазового пространства динамической системы, все траектории из некоторой окрестности которого с течением времени стремятся к нему...».

Термин ввёл лауреат Нобелевской премии академик И.Р. Пригожин в качестве системной характеристики квазистационарных динамических процессов и состояний в теории неравновесности, и он как нельзя лучше отражает гомеостаз напряжённо-деформированных состояний сплошных упругих сред. Эта феноменальная научная идея может породить целый кластер производных открытий – установление явлений, свойств, законов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке.

Благодаря аттракторам гомеостаза в распоряжении проектировщиков, испытателей, диагностов и аналитиков появится огромный информационный массив измерительно-расчётных диагностических параметров с возможностью реализовать интеллектуальный процесс оценки с привязкой к моделям проектно-расчётной, предельных критических режимов и аналитической 4D-реконструкции мониторинга гомеостаза текущих и предиктивных (прогнозируемых) напряжённо-деформированных состояний. Более полувека фундаментальная научная теория аттракторов нобелевского лауреата И.Р. Пригожина в метрологии не востребована.

В середине XX века в России реализована фундаментальная научная школа методов математического и физического моделирования академика Е.А. Федосова.

Сформированы эффективные научные подходы в области разработки,

исследования и испытаний сложных кибернетических систем, а также методы математического и физического моделирования штатных режимов, предельных состояний и соответствия ТТХ интеллектуальных объектов новой техники. Более полувека российская фундаментальная научная школа полунатурного стендового моделирования и встроенного интеллекта высокотехнологичных кибернетических авиационных систем специального применения в физических испытаниях не востребована.

Во второй половине XX века в виде двух европейских открытий опубликована теория прочности, устойчивости и динамики упругих систем профессора А.П. Лещенко.

На основе вариационных методов расчёта полной энергии упругой системы силовых конструкций открытия позволяют создавать адекватные пространственные энергетические модели напряжённо-деформированных состояний, позволяющие прогнозировать момент их разрушения путём отыскания экстремальных функций, обеспечивающих минимум энергии в ресурсных задачах конструкционной прочности в машиностроении и строительстве. Около полувека со времени регистрации в Европе научных открытий А.П. Лещенко прикладные теории оценки прочности в России и за рубежом не востребованы.

Во второй половине XX века в авиационной отрасли России реализована прикладная научная школа энергетического машиностроения академика О.Н. Фаворского. Школа развивает новейшие методы создания перспективных авиадвигателей, наземных и лётных исследований и испытаний силовых агрегатов, механизмов и машин на основе трендовой экспертизы систем техногенеза реального времени для объективной оценки рисков и предиктивного анализа для своевременного эффективного предупреждения и предотвращения транспортных аварий и энерготехнологических катастроф. Более четверти века прикладная исследовательская школа высокотехнологичных испытаний и научного сопровождения эксплуатации авиадвигателей не развивается.

Невостребованность приведённых семи фундаментальных теорий и креативных прикладных научных школ является объективным фактором и вместе с трудностями финансирования объясняется отсутствием, вплоть до настоящего времени, эффективных инструментальных 3D-средств достоверного волнового мониторинга и адекватной 4D-реконструкции текущих эксплуатационных состояний

реального времени. Таким образом, причиной системного информационно-метрологического отставания стало то, что до конца прошлого века общество не располагало инструментальными метрологическими и вычислительными средствами для эффективного наблюдения и анализа Lt-состояний опасных механических объектов упругих систем.

Феноменальная научно-практическая прозорливость плеяды выдающихся учёных XIX–XX веков в фундаментальной области знаний инженерных наук предвосхитила интеллектуальный базис цифрового уклада искусственного (машинного) интеллекта неограниченной информативности, но в течение целого столетия не была востребована в задачах преодоления глобальных антропогенных угроз по причине всеобщего господства управленческого невежества и всеобщей безответственности, усугублённых антинаучным консерватизмом в регламентации техногенной и технологической безопасности. Все это по оправдавшимся прогнозам Римского клуба «ввергло цивилизацию XXI века в эпоху экотехнологических катастроф».

Реализация научно-технологической доктрины и концептуальной методологии техногенной безопасности, теоретически обоснованной выдающимися учёными XVII–XX веков, объективно стала возможной только с изобретением в начале XXI века учёными Российской инженерной академии векторных 3D-приёмников виброакустических связанных колебаний, с созданием фазочувствительных 3D-сенсоров и метода достоверного наблюдения (измерения) спектра связанных временем компонентов пространственных диагностических параметров эксплуатационных состояний (1), гиперкоростных сетцентрических вычислительных технологий моделирования в реальном времени напряжённо-деформированных состояний упругих объектов механических систем (2), адекватных пространственно-временных методов энергодинамического предиктивного спектрального 4D-траекторного анализа реального времени многопараметрических векторно-фазовых портретов (годографов) антропогенного гомеостаза (3) и созданием Теории траекторного энергетического анализа гомеостаза (4) волновых физических состояний упругих механических систем профессора А.А. Сперанского.

Впервые в мировой метрологической практике научно обоснованы, разработаны и эффективно внедрены в прикладные исследования интеллектуальные инструментальные средства, интегрирующие гениальные научные

предвидения выдающихся механиков и математиков XVII–XIX веков (I), феноменальную научно-практическую прозорливость выдающихся научных аналитиков в фундаментальных областях знаний инженерных наук XIX–XX веков (II) и прорывные креативные открытия искусственного интеллекта российских учёных начала XXI века (III) в актуальной области антропогенной безопасности.

ПРОРЫВНЫЕ ОТКРЫТИЯ РОССИЙСКИХ УЧЁНЫХ НАЧАЛА XXI ВЕКА

Теоретически обоснованы, практически (методически) сформулированы, разработаны, изготовлены и успешно испытаны в многочисленных исследовательских приложениях оцифрованные опережающие технологические решения интеллектуального уровня:

1). Способ векторно-фазового пространственно-временного измерения (АФЧХ) спектра виброакустических колебаний и конструкция волнового 3D-приёмника (проф. А.А. Сперанский, проф. А.А. Цернант).

2). Способ и устройство траекторно-связанной векторно-фазовой 4D-реконструкции измерений Lt-букета механических колебаний в измерительной точке (проф. А.А. Сперанский).

3). Способ и устройство волновой 4D-реконструкции текущих энергетических состояний связанного Lt-букета годографов в измерительных точках (проф. А.А. Сперанский, А.И. Бажанов).

4). Способ и устройство многопараметрической объёмно-контурной визуализации дисплейно-виртуальных информационных образов текущих состояний (know how, проф. А.А. Сперанский).

5). Способ и модель спектрального 4D-представления энергетического образа гомеостатического Н-портрета («букета») текущего эксплуатационного состояния (know-how, проф. А.А. Сперанский).

6). Способ и гомеостатическая вариационная Lt-модель многопараметрической энергетической реконструкции текущего ресурса конструкционной прочности (know how, проф. А.А. Сперанский).

7). Способ и предиктивная Lt-модель реконструкции тренда техногенеза (прогнозная экспертиза гомеостаза) объектов механических систем (know how, проф. А.А. Сперанский).

Первые четыре технологии из семи образуют законченный функциональный междисциплинарный универсальный волновой измерительный кластер под общим названием «волновой мониторинг состояний» (ВМС или Wave Health Monitoring / WHM). В исследовательских приложениях при наблю-

дении полидинамических процессов и решении мультифизических задач с превалированием сложного гомеостатического подхода измерительный кластер становится системным под общим названием системный мониторинг состояний (СМС или System Health Monitoring / SHM).

Последние три технологии из семи образуют интеллектуально-аналитический кластер наблюдения и изучения природного гомеостаза состояний под общим названием «гомеостатический анализ состояний» (ГАС или Homeostasis Health Analytic / HNA).

Исследовательская разработка аналитического кластера привела к теоретическому обоснованию всеобщих природных закономерностей и бифуркационного механизма микроструктурных энергетических трансформаций в упругой среде на молекулярном уровне под названием «тензорное энергетическое преобразование состояний (ТЭПС или Tensor Energy Health Transformation / ТЕНТ), введение в теорию Lt-состояний».

Семь креативных аппаратно-программных решений образуют универсальную волновую информационную технологию безопасности среды обитания и жизнедеятельности человека (ВИТ или Wave Information Technology / WIT), системно связанную инновационными решениями на основе векторно-фазовой виброакустической метрологии. Высокая информативность наблюдения процессов и состояний механических систем с привлечением ВИТ на основе ВМС позволяет обоснованно использовать новые информационно-метрологические ресурсы в задачах обеспечения экотехнологической безопасности.

Практически реализована и подтверждена во многочисленных исследовательских приложениях цифровая информационно-аналитическая платформа «Волновой мониторинг состояний» (ЦИАП ВМС / Wave Health Monitoring / WHM) кластера антропогенной техногенно-технологической безопасности, которая реализует виртуально-модельную стратегию инженерной фундаментальной науки ближайшего будущего через создание предиктивных экспертных систем реального времени для эффективного прогноза гомеостаза (техногенеза) на основе моделирующего инструментария искусственного интеллекта полного жизненного цикла.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ИТОГ 350-ЛЕТНЕГО НАУЧНОГО МАРАФОНА

Эффективность волнового аналитического инструментария многократно подтверждена в многочисленных исследовательских приложениях.

А именно:

в авиакосмическом машиностроении: ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова» ОДК, АО «ВНИИ электромеханики» ГК «Роскосмос», АО «НПО «Сатурн», АО «Мотор», АО «Московский вертолётный завод им. М.Л. Миля», АО «ДУКС», АО «ОКБ им. Березняка» – Дубна, АО «НПО Автоматика им. Семихатова» ГК «РосКосмос», АО «РНИИ космического приборостроения», АО «ЦАГИ – системы моделирования», АО «Людья-Сатурн», НТУ МАИ и др.;

в тепловой и атомной энергетике: ПАО «ЕЭС России», ПАО «Мосэнерго», НИЦ «Курчатовский институт» РАН, АО «Всероссийский теплотехнический институт» Минэнерго, ВНИИ атомных электростанций ГК «Росатом», НТУ МЭИ и др.;

на трубопроводном транспорте: ПАО «Газпром», ООО «Оргэнергогаз», НТУ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;

в строительстве: ЦНИИ транспортного строительства и др.

Оформлены отзывы научно-координационных советов РАН, ведущих учёных Российской академии наук (академики РАН В.Е. Фортов, О.Н. Фаворский, К.В. Фролов, Г.Г. Ольховский, А.С. Сигов, С.Ю. Желтов, К.С. Демирчян, Г.С. Голицын, Д.С. Стребков, М.Ч. Залиханов, Б.В. Гусев, Н.А. Махутов, А.В. Кулаков и др.).

Технология **Wave Health Monitoring / WHM** является победителем Национального конкурса русских инноваций 2004 года в номинации «Перспективные решения для IT» и послужила основанием научного гранта Российского Фонда фундаментальных исследований по теме «Волновые инструменты исследования анизотропии упругих систем» (2006 г.), исследовательских грантов ПАО «Газпром» по приоритетному направлению «Перевод эксплуатации ГПА компрессорных станций с регламента на техническое обслуживание по текущему состоянию» (2008 г.) и Международного научного фонда «Инженерная мысль» (2010 г.). Также эта технология – победитель национального конкурса «Лучший отечественный прибор года» (2009 г.), лауреат национального конкурса «Единство средств измерений» с вручением «Золотого знака качества» Росстандарта РФ (2010 г.), является лауреатом национальных инженерных премий им. К.Э. Циолковского, им. М.Т. Калашникова, им. А. Чохова, им. братьев Черепановых, им. первопечатника И. Федорова, лауреат трёх международных конкурсов «Лидер в области высоких технологий» с вручением Знака отличия правительства Москвы «Святой Георгий» трёх степеней, лауреат международного салона инноваций «Архимед».

Технология WHM вошла:

– в топ-5 из 100 участников Aero-Innovate business accelerator program of the University of Wisconsin Oshkosh (USA) и американской Ассоциации экспериментального авиастроения (EAA), приняла участие в качестве экспонента в крупнейшем американском авиашоу AirVenture Oshkosh 2015;

– в топ-100 участников Hello Tomorrow Global Conference 2015 Paris в числе лучших технологических стартапов Европейского салона лидеров индустриального рынка (2,78% от 3600 участников из 90 стран) с участием NASA & Airbus CTOs; Европейского форума стартапов Space Frontier Foundation & Deep Space Industries соfounders под девизом «Расширение прав и возможностей тех, кто осмелится решать сегодня самые сложные проблемы с помощью научных и технологических прорывов».

Технология WHM в 2016 году применена в сравнительных испытаниях Международной корпорации AIRBUS Operations GmbH (ZAL-center, Hamburg) совместно с фирмой NLR (Holland) в проекте «Исследование процесса влияния механических повреждений на ресурсное состояние конструкции новой композитной обшивки космического аппарата»; стала резидентом Accelerator STARBURST Aerospace Innovation HUB «Investing in the Future» (Paris) и участником Госпрограммы FrenchTiket при финансовой поддержке Минэкономики Франции в 2017–2018 годах. При защите выполненного проекта на научно-техническом комитете AIRBUS международные эксперты оценили опережающий уровень технологии WHM в 15–20 лет по отношению к мировым технологиям ресурсных испытаний.

На первой международной конференции Structural integrity for offshore energy industry (Aberdeen, UK) и всемирной встрече военно-морских технологий для будущего на выставке EURONAVAL 2018 (Париж) технологией WHM с пониманием заинтересовались две лидирующие в мире финские морские компании – Wärtsylä и Meyer Turku. Такой же интерес проявляют НИЦ «Курчатовский институт», ВНИИ атомных электростанций Росэнергоатома и МКБ «Рубин», предоставившие заключения аттестованных экспертов об актуальности цифровой платформы «Волновой мониторинг состояний» для Росатома.

В 2016–2019 годах по приглашению Британского фонда венчурных инвестиций Impriamatur в Европейских университетах, по приглашению Объединённого института ядерных исследований в Госуниверситете «Дубна» и по приглашению Международной Ассоциации

поддержки талантов в Пекинском политехническом университете и Институте аэрокосмических исследований прочитаны постановочные циклы лекций «Введение в теорию Lt-измерений в механике упругих систем» и «Интеллектуальные Lt-инструменты наблюдения эксплуатационных состояний объектов механических систем в цифровой среде».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в мировой практике реализовано гениальное предсказание вековой давности выдающегося русского учёного – академика А.М. Ляпунова о единой гомеостатической природе всеобщих фундаментальных закономерностей природы – живой биосферы и неживой техносферы. Наблюдение процессов и состояний гомеостаза стало возможным только с созданием инструментов пространственно-временных Lt-измерений параметров волновых механических полей и мощных вычислительных ИТ-ресурсов. Появилась возможность оперативно оценивать текущий ресурс конструкционной прочности для достоверного прогноза и снижения киберрисков управленческих решений для надёжного своевременного предупреждения и предотвращения чрезвычайных ситуаций.

На основе теоретических доказательств и подтверждающих их экспериментальных исследований сформирован принципиально новый, опережающий современников взгляд на некоторые существенные аспекты фундаментальных знаний основоположников классической механики, механики сплошной среды, механики упругих систем, волновой механики, термодинамики, теории систем, тензорного анализа, теории упругости, вариационного метода, пространственной метрологии деформационных полей и т.п., не востребованные более трёхсот пятидесяти лет в практических наблюдениях процессов, состояний и закономерностей механических объектов и систем.

Полезность созданного научно-технологического продукта ЦИАП ВМС интеллектуального уровня впервые в мировой метрологической практике позволяет эффективно прогнозировать и своевременно предотвращать техногенно-технологические аварии и катастрофы в тепловой, атомной и гидроэнергетике, в наземном, авиационно-космическом, морском и трубопроводном транспорте, промышленном, гражданском и специальном строительстве, а также в машиностроении, материаловедении и научных исследованиях во имя безопасности жизнедеятельности, устойчивого прогресса общества и комфортного благосостояния человека.



Инженеры – победители конкурса «Московские мастера – 2021»

ЛУЧШИЕ СПЕЦИАЛИСТЫ

«МОСКОВСКИЕ МАСТЕРА – 2021»

Людмила Рожкова
Фото автора

«Московские мастера» – один из наиболее престижных столичных конкурсов. Он проводится в нескольких номинациях, и его главная цель – выявить лучших рабочих и инженерно-технических специалистов, привлечь внимание молодёжи к профессиям, востребованным экономикой города. В нём приняли участие работники почти 400 организаций города Москвы.

Конкурс стартовал на предприятиях и в организациях ещё в апреле, поэтапно проходил всё лето, в нём приняли участие специалисты более 40 профессий. Оргкомитет возглавили мэр Москвы Сергей Собянин, председатель Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (рабо-



Конкурсное задание решают программисты

тодателей) – МКПП(р) Елена Панина и председатель Московской федерации профсоюзов Михаил Антонцев.

Финальные этапы конкурса «Московские мастера» проводились на площадках ведущих производственных предприятий и организаций столицы. Так, на базе производственного комплекса «Салют» (входит в Объединённую двигателестроительную корпорацию) соревновались в профессиональном мастерстве 45 представителей рабочих профессий. Они должны были ответить на вопросы теоретической части и изготовить детали по чертежу. В результате победителями стали: фрезеровщик Сергей Белов (АО МТЗ «Трансмаш»), токарь-универсал Владимир Графов (АО «МКПК «Универсал») и слесарь-инструментальщик Олег Холонкин (АО «Гос МКБ «Вымпел» им. И.И. Торопова»).

Финальный этап конкурса среди программистов, инженеров-электроников, инженеров-технологов и инженеров-конструкторов прошёл в Москов-



Конкурсантов приветствует заместитель председателя МКПП(р) Мария Филина

ском колледже экономики, страхового дела и информационных технологий (КЭСИ). Заместитель председателя Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей) Мария Филина отметила, что

«инженеры-электроники, технологи и конструкторы – это наиболее востребованные московскими предприятиями инженерные специальности». Конкурсанты представляли презентации своих проектов, защищали их, отвечали на вопросы компетентного жюри. Основными критериями оценки их разработок были научно-технический уровень, экономическая эффективность, стратегия реализации. По результатам финального этапа определились победители и призёры конкурса.

Номинация «Программист». Первое место занял Кирилл Солодун (АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»), второе – Александр Фомин (АО «ГППП «Гранит»), третье – Антон Ковалёв (ФГАУ НИИ «Восход»).



Выступает директор КЭСИ Ольга Приходько

Номинация «Инженер-электроник». Первое место – у Михаила Кузина (АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»), второе и третье места заняли Роман Александров и Владислав Поймалин (оба – АО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем»).

Номинация «Инженер-конструктор». Победитель – Данила Кольцов (АО «НПП «Пульсар»), второе место – Полина Карпенко (АО «ЦНИРТИ им. академика



Жюри слушает доклады конкурсантов



Защита инженерной разработки

А.И. Берга»), третье – Денис Ганкевич (АО «Мослифт»).

Номинация «Инженер-технолог». Первое место – Михаил Максимкин (АО «ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга»), второе – Сергей Федотов (АО «Эпил»), третье – Данил Юров (ГК «Москабель»).

Кроме того, в этом году в рамках конкурса «Московские мастера – 2021» состоялись двухдневные состязания среди специалистов в области информационного моделирования зданий и сооружений.

Состязания среди инженеров – BIM-проектировщиков проводились впервые с применением стандартов и участием экспертов WorldSkills Russia. Борьба за первенство шла в командном зачёте. За одиннадцать часов конкурсантам предстояло разработать информационную модель гражданского здания, подготовить презентацию проекта и затем провести его защиту.

В результате победителями стали Иван Степанов и Тимур Шарафутдинов (частное учреждение государственной корпорации по атомной энергии «Отраслевой центр капитального строительства»). Второе место присуждено Андрею Рыбакову и Кристине Луговец (ООО «ПИК Технологии»), третье – Владимиру Осокину и Ксении Вырышевой (АО «Специализированный застройщик «Серебряный фонтан», группа компаний «Эталон»).



Соревнование токарей на заводе «Салют»

Один из участников конкурса, не вошедший в число призёров, инженер-конструктор Александр Медведев (АО «Мослифт») подчеркнул: «Глубких и легкомысленных проектов на конкурсе не было, бороться за место было сложно».

Впечатлениями и радостью поделились некоторые участники конкурса. Так, Полина Карпенко рассказала: «Я первый раз пришла на конкурс, да и в ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга работаю всего два года. Жюри я представила нашу коллективную разработку – станции активных помех для противодействия беспилотным летательным аппаратам. В ходе её разработки участвовала в оценке эффективности устройств, проводила различные исследования... Это первое моё выступление на публике. В любом случае буду ещё участвовать в конкурсе. Интересно...»



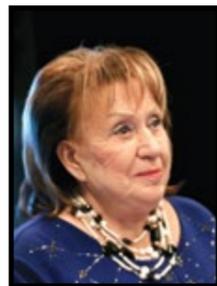
Михаил Максимкин, победитель в своей номинации с работой «Решение акустооптических ячеек», объяснил, что работа важна для лазерной оптики и оптики в целом, применяемой в гражданской, и в оборонной продукции. К слову, он был и одним из победителей конкурса прошедшего года.

Победители конкурсов получили дипломы, подарки, денежные премии, цветы, их тепло поздравили коллеги и жюри конкурса.

Журнал «Русский инженер» также поздравляет участников и особенно победителей конкурса «Молодые мастера» и желает новых успехов в развитии инженерного дела, перспективных проектов и творческих озарений!

НЕВОСПОЛНИМЫЕ УТРАТЫ

Очень жаль, что достойные люди, способные принести большую пользу Отечеству и людям, покинули этот мир...



Раевская Анжела Васильевна. 28.09.1935–12.07.2021

Директор Муниципального фонда поддержки малого предпринимательства Восточного административного округа города Москвы, член правления Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей), заместитель председателя совета директоров ОАО «Московский индустриальный банк».

Окончив инженерно-экономический факультет МАИ, Анжела Васильевна пришла на Лианозовский электромеханический завод инженером-экономистом, а к 25 годам уже занимала должность заместителя главного инженера по подготовке производства. Затем работала в управлении радиотехнической промышленности Мосгортранхоза, в Министерстве электронной промышленности, где прошла путь от начальника отдела до начальника финансового управления и возглавляла его более 10 лет.

Анжела Васильевна была одним из ведущих авторов-разработчиков Генеральной схемы развития и размещения отрасли. Она руководила внедрением в практику работы всех новых форм хозяйствования, персонально отвечала за обеспечение финансирования всех видов деятельности отрасли (наука, промышленность, капитальное строительство, торговля, сервис, проектирование).

А.В. Раевская – кандидат экономических наук, член-корреспондент Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, заслуженный экономист России.

Анжела Васильевна постоянно училась, осваивала новые востребованные профессии. Изучала менеджмент в Брно, в университете Pepperdine University (Лос-Анджелес), систему оценки недвижимости – в РЭА им. Г.В. Плеханова, общий аудит – при Академии оборонных отраслей и банковский аудит – в Академии при Правительстве РФ.

Муниципальный фонд поддержки малого предпринимательства ВАО города Москвы, который Анжела Васильевна возглавляла 19 лет, помогал предпринимателям получить финансовую поддержку города, начать своё дело, модернизировать оборудование, развивать производство.

За трудовые успехи А.В. Раевская награждена орденами «Знак Почёта», Трудового Красного Знамени, Дружбы народов и другими наградами.

А.В. Раевская была настоящим патриотом России, она активно участвовала в общественной жизни, остро ставила вопросы и предлагала эффективные решения. Была активным автором журнала «Русский инженер». За высокие знания, опыт, деловую активность её уважали как коллеги, так и работники административных структур.

Нам будет не хватать её. Скорбим вместе с родственниками и друзьями Анжелы Васильевны.



Пастухов Борис Иванович. 23.09.1957–9.07.2021

Общественный деятель, успешный предприниматель, основатель крупнейшей в России страховой компании.

Борис Иванович успешно совмещал свою работу с общественной деятельностью, являясь членом правления Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей) и руководителем Комитета МКПП(р) по здравоохранению, фармацевтике и медицинской промышленности.

Б.И. Пастухов представлял интересы делового сообщества Москвы в экспертных советах при Министерстве здравоохранения РФ, в Государственной Думе. При непосредственном участии Бориса Ивановича в ноябре 2020 года был организован VIII Московский международный инженерный форум, посвящённый противодействию пандемии COVID-19.

Светлая память выдающемуся учёному, предпринимателю и талантливому человеку Борису Ивановичу Пастухову.



Цернант Александр Альфредович. 7.01.1940–4.05.2021

Первый заместитель генерального директора – главный инженер Центрального научно-исследовательского института транспортного строительства (с 1987 года).

Доктор технических наук; академик РАЕН, действительный член (академик-учредитель) Академии транспорта, заслуженный строитель России, лауреат Государственной премии СССР, награждён медалью им. П.Л. Капицы. Автор более 300 научных работ, в том числе шести монографий и учебных пособий, 19 нормативных документов. Получил 75 авторских свидетельств.

Александр Альфредович – подвижник науки, специалист в области транспортного строительства, один из основателей Сибирской школы гидромеханизации, создатель научных основ, теории и методов расчёта новых конструкций и технологий, обеспечивающих комплексное решение ликвидации сезонности земляных работ, обеспечивающих круглогодичное сооружение

земляного полотна из местных обводнённых и мёрзлых грунтов в криолитозоне.

Его научные разработки обеспечили существенное сокращение сроков строительства и значительный экономический эффект, многие из них внедрены на строительстве Волго-Балтийского судоходного канала, Байкало-Амурской магистрали, железнодорожных линий Тюмень – Сургут – Уренгой, Ягельная – Ямбург, Сургут – Нижневартовск и многих других дорог и объектов.

Александр Альфредович был активным автором журнала «Русский инженер». В последнее время он остро переживал проблему сохранения объектов строительства в условиях вечной мерзлоты в связи с глобальным потеплением. И его последняя прижизненная статья «Управление термическим режимом грунтовых массивов при строительстве в арктических широтах» была напечатана в нашем журнале за месяц до ухода её автора из жизни. При встрече А.А. Цернант говорил и о необходимых мерах предупреждения экологической катастрофы на озере Байкал.

Уход Александра Альфредовича – невосполнимая утрата не только для его родных и близких, но и для российской науки, для тех, кому посчастливилось сотрудничать с ним.

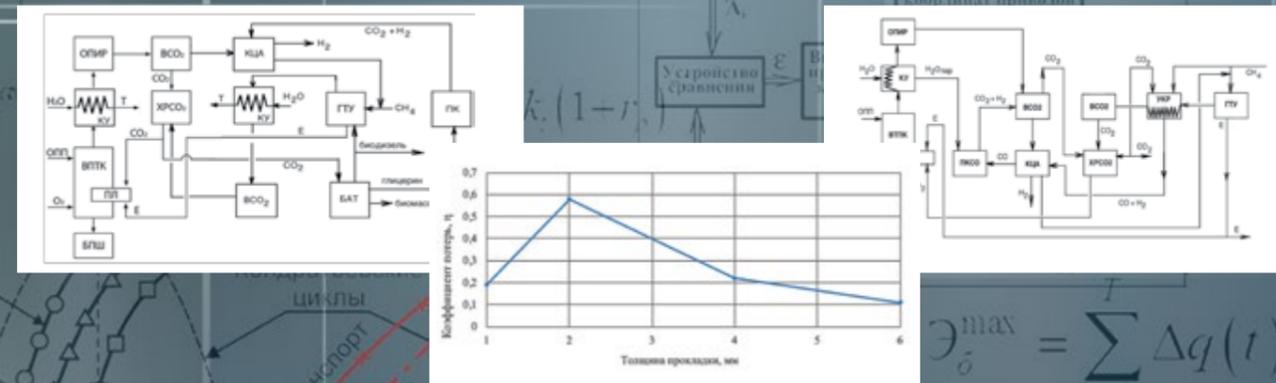
РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№03 (72)

сентябрь 2021

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



УДК 658.5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО СИСТЕМНОГО ИНЖИНИРИНГА ПРИ СОЗДАНИИ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ОСВОЕНИЯ НОВЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОПК

THE USE OF MODEL-BASED SYSTEM ENGINEERING METHODS IN CREATING A METHODOLOGY FOR PLANNING THE PRODUCTION PROCESS OF MASTERING NEW PRODUCTS AT DEFENSE INDUSTRY ENTERPRISES

Владимир Четвергов,
АО «Кировское машиностроительное предприятие»

Константин Вычегжанин,
АО «Кировское машиностроительное предприятие»

Андрей Поляков,
ПАО «Долгопрудненское научно-производственное предприятие»

Chetvergov Vladimir,
Joint stock company
«Kirov machine-building enterprise»,
Kirov, Russia

Vychezhzhanin Konstantin,
Joint stock company
«Kirov machine-building enterprise»,
Kirov, Russia

Andrey Polyakov,
Public Joint-Stock Company
«Dolgoprudny Research Production
Enterprise» Dolgoprudny, Russia

АННОТАЦИЯ. Статья посвящена рассмотрению методов модельно-ориентированного системного инжиниринга и их применению для создания моделей искусственных технических систем. Использование методов показано на примере создания модели методики планирования производственного процесса освоения новых продуктов на предприятиях ОПК, включая различные модели взаимосвязанностей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: системный инжиниринг, планирование производства, освоение производства, машиностроение, система систем, иерархические модели.

ABSTRACT. The article is devoted to the methods of model-oriented system engineering and their application for creating models of artificial technical systems. The use of the methods is shown by the example of creating a model of the methodology for planning the production process of mastering new products at the defense industry enterprises, including various models of interconnectedness.

KEYWORDS: system engineering, production planning, production development, mechanical engineering, system of systems, hierarchical models.

В современном мире появляются всё новые инструменты для проектирования и создания технических систем, один из таких инструментов – модельно-ориентированный системный инжиниринг. Системное моделирование охватывает все фазы жизненного цикла технических систем. Оно начинается с построения (качественного) облика необходимого решения, анализа необходимости и потребности в нём, оценки возможностей его построения.

В данной статье рассматривается одна из унифицированных схем действий и предлагается регулярный метод архитектурного моделирования, основанный на:

- сборе исходных данных;
- построении исходной опорной модели;
- итерационном пошаговом дополнении исходной модели методики планирования производственного процесса освоения нового изделия на машиностроительном предприятии за счёт учёта и представления типовых характеристик системы и, при необходимости, её внешней среды.

Прежде всего рассмотрим понятие системного инжиниринга. Согласно определению Международного совета по системной инженерии (International Council on Systems Engineering, INCOSE), системный инжиниринг – это междисциплинарный подход и средства для создания успешных систем [1, 2]. Другими словами, это методы и инструменты взаимодействия и взаимопонимания между заказчиками и разработчиками из разных сфер деятельности в процессе создания технических систем.

Одной из новых тенденций в этой сфере является использование различного рода моделей.

В одной из инициатив INCOSE – «Systems Engineering Vision 2020» декларируются принципы модельно-ориентированного подхода к системному инжинирингу, который получил название модельно-ориентированный системный инжиниринг MBSE (Model-based Systems Engineering) [3, 4].

В одном из своих интервью ректор по цифровой трансформации Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого Алексей Иванович Боровков назвал модельно-ориентированный системный инжиниринг междисциплинарным,

межотраслевым подходом, используемым для разработки и применения сложных инновационных изделий и систем на основе моделей разного уровня. [5]

Познакомимся с моделями, которые применяются в MBSE:

1) Первым шагом создаются и описываются наиболее общие онтологические модели, которые задают систему понятий и терминов. Описывают предметную область и способ её представления. Описывается моделируемая система (система систем), её подсистемы, элементы, компоненты. Выделяется обобщённый продукт, модель которого предстоит построить, и обобщённое предприятие, производящее обобщённый продукт. В некоторых случаях обобщённый продукт может являться частью обобщённого предприятия.

2) Затем следуют архитектурные модели, которые дают представление о компонентах объектов и их связности или структурах.

3) На третьем этапе используются параметризованные архитектурные модели, которые создаются методом расширения архитектурных моделей за счёт добавления ситуационных характеристик архитектуры объекта (данных об объекте).

4) На четвёртом этапе осуществляется переход к математическим моделям.

5) И завершающим типом модели является компьютерная модель, хранящаяся в цифровом виде как универсальная модель, которая может быть использована при создании любых подходящих натурно-модельных комплексов.

Теперь рассмотрим пример применения методов MBSE на примере создания методики планирования производственного процесса (ППП) освоения нового изделия на предприятии оборонно-промышленного комплекса (ОПК).

Чем точнее система планирования предприятия, тем быстрее осуществляется переналадка производственных площадей, оборудования, перераспределяется рабочий персонал, создаётся оснастка и закупается инструмент, тем надёжнее выполнение заключённых контрактов [6].

Но в быстроменяющемся мире изделия и товары всё быстрее и быстрее устаревают. Поэтому предприятиям, особенно машиностроительной отрасли, необходимо чаще осваивать изготовление новых изделий вооружения и военной техники (ВВТ) в соответствии с текущими потребностями Министерства обороны РФ и иностранных заказчиков.

В устоявшемся серийном производстве системы планирования оперируют фактическими показателями производственных процессов, оптимизированными в течение длительного времени изготовления серийной продукции. Но для этапа освоения планирование затрудняется по некоторым причинам.



Рис. 1. Иерархическая модель системы систем

Наиболее частыми причинами, которые характерны для оперативного регулирования производства освоения нового продукта или изделия, являются [7]:

- отработка технологических процессов и уточнение конструкторской документации нового продукта;
- применение универсального, а не специализированного оборудования и технологической оснастки;
- налаживание цепочек поставок и ограничение номенклатуры применяемых материалов.

Тем самым подтверждается актуальность в разработке методики планирования производственного процесса освоения нового изделия.

В соответствии с методами MBSE начнём рассмотрение процесса создания методики планирования с понятийного аппарата или создания онтологической модели.

Жизненный цикл современного изделия машиностроительной отрасли является сложной системой, включающей целый ряд этапов, растянутых во времени.

Основными этапами жизненного цикла являются научные исследования, подготовка к производству, производство и эксплуатация. Все этапы

Таблица 1. Основные особенности исследуемого элемента

Исследуемый элемент	Процесс освоения новой продукции военного назначения на предприятиях оборонно-промышленного комплекса
Общие требования	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к серийному выпуску новой продукции военного назначения, принятой на вооружение • Выполнение освоения в установленные сроки
Ключевые процессы	<ul style="list-style-type: none"> • Выделение узлов изделия, подлежащих квалификационным испытаниям • Определение очередности освоения узлов • Календарное планирование изготовления первых партий деталей и сборочных единиц, увязка с планами разработки технологической документации, с планами обеспечения специальной оснасткой и планами материально-технического обеспечения • Оперативный контроль выполнения каждого этапа и оперативное перепланирование в связи с возникающими отклонениями
Организация деятельности	<ul style="list-style-type: none"> • Методологическое обеспечение • Материальное обеспечение • Кадровое обеспечение • Технологическое обеспечение

включают в себя множество элементов и сложных внутренних и внешних взаимосвязей, и каждый из них может рассматриваться как отдельная подсистема.

Поэтому жизненный цикл изделия ВВТ можно и нужно рассматривать как систему систем. В соответствии с первым этапом онтологического инжиниринга переходим к построению иерархической модели системы систем (рис. 1).

Объектом исследования является процесс освоения нового изделия, который является частью подсистемы «Производство (Изготовление)» и необходим для подтверждения готовности предприятия ОПК к серийному выпуску нового изделия ВВТ.

Выделив в системе систем исследуемый нами элемент, для полноты онтологической модели рассмотрим особенности рассматриваемого элемента (таблица 1).

В связи с тем, что рассматриваемый элемент подсистемы – процесс освоения и квалификационных испытаний является зависимым от многих внешних (по отношению к нему самому) факторов, необходимо рассмотреть влияние на него со стороны других элементов и компонентов системы систем (рис. 2).



Рис. 2. Учёт внешней среды для процесса освоения

Перечень основных элементов и компонентов внешней среды:

- обеспечение новым оборудованием и кадрами – необходимо проведение пусконаладочных работ нового оборудования, предназначенного для изготовления нового изделия, а также проведение обучения персонала для работы на нём;
 - обеспечение технологической документацией. Технологическая документация является основной базой для начала освоения каждой конкретной детали, каждой конкретной сборочной единицы;
 - материально-техническое обеспечение должно происходить своевременно к моменту начала освоения и быть именно тем материалом или той заготовкой, которая указана в технологической документации;
 - отставание в обеспечении специальной оснасткой и инструментом приводит либо к остановке процесса освоения, либо к изготовлению первых партий деталей и сборочных единиц с отклонением от технологии, что отрицательно скажется на качестве последующего серийного изготовления и потребует повторного процесса освоения по отдельным деталям и сборочным единицам.
- Таким образом, произведено укрупнённое моделирование системы систем с учётом внешней среды.

Создав описание объекта исследования и описав предметную область, можно переходить к описанию самого продукта исследования или, если использовать терминологию MBSE, обобщённого продукта. Для этого выделим основные особенности обобщённого продукта и составим архитектурные модели функций продукта FBS (Functions Breakdown Structure), требований к продукту RBS (Requirements Breakdown Structure) и компонентов продукта PBS (Product Breakdown Structure). Архитектурные модели обычно составляются методом декомпозиции – выбирается основное

свойство (функция, требование и т.д.), и далее оно детализируется до той степени точности, которая необходима для достижения целей исследования.

Рассмотрим модель иерархической таксономии системы функций, выполняемых создаваемой методикой ППП освоения нового изделия. Основной функцией, которую выполняет обобщённый продукт, является планирование производственным процессом освоения нового изделия ВВТ. Используя метод декомпозиции, получаем модель иерархической таксономии функции обобщённого продукта (рис. 3).

В качестве основного требования к обобщённому продукту выделяем взаимную увязку процесса освоения со всеми внешними процессами и возможность автоматизации. Аналогично применяя инструмент декомпозиции, создаём модель иерархической таксономии требований к обобщённому продукту (рис. 4).



Рис. 3. Модель FBS. Иерархическая таксономия функций



Рис. 4. Модель RBS. Иерархическая таксономия требований



Рис. 5. Модель PBS. Иерархическая таксономия компонентов

И последней строим модель иерархической таксономии компонентов обобщённого продукта (рис. 5).

Следующим этапом расширяем полученные архитектурные модели FBS, PBS, RBS и создаём модели взаимосвязей сущностей (компонент DSM, Design Structure Models), которые увязывают сущности обобщённого продукта между собой. Модели DSM для наглядности чаще всего строятся в табличном виде. На пересечении строк и столбцов указывается элемент, который характеризует вид отношений между сущностями. Для наглядности каждый вид отношений (связей) обозначается специальным символом или буквой. Перечень используемых в данной работе обозначений связей приведён в таблице 2.

Для отображения связей обобщённого продукта строим следующие модели: - DSM (PBS, PBS) – связи компонентов между собой (табл. 3);

Таблица 2.

Перечень используемых обозначений связей

↔	Взаимодействие
X	нет связей
→	следует за
←	предшествует
•	участие (...включено в...)
@	отвечает за
©	состоит из
\$	доминирует над
V	обеспечение

- DSM (RBS, FBS) – связи между требованиями и функциями (табл. 4);

- DSM (PBS, FBS) – связи между компонентами и функциями (табл. 5).

В дальнейшем ходе исследования будет произведена числовизация составных сущностей обобщённого продукта, то есть присвоение количественных характеристик, и осуществлён переход к математическим моделям.

Таким образом, применение методов MBSE позволяет последовательно строить модели друг за другом. При этом каждая следующая модель в какой-то степени уточняет предыдущую, что позволяет при определённом количестве итераций построить достаточно точные модели, описывающие конкретное свойство или грань обобщённого продукта. И чем больше будет создано моделей, тем более детально и полно будет смоделирован продукт.

Основным преимуществом моделей, построенных на методологии MBSE, является их универсальность и простота алгоритмизации и цифровизации, что позволяет при их помощи переходить к созданию цифровых двойников исследуемых объектов (продуктов). [8]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Systems Engineering Handbook / INCOSE. – TP-2003-016-02, Version 2a, 1 June 2004. – USA: INCOSE, 2004. – 300 p.
2. ГОСТРИСО/МЭК 15288–2005. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – Введён 2005-12-29. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 57 с.
3. Systems Engineering Vision 2020 [Электронный ресурс] / INCOSE-TP-2004-004-02, September, 2007. – Режим доступа: http://www.incose.org/ProductsPubs/pdf/SEVision2020_20071003_v2_03.pdf
4. Kossiakoff A. Systems engineering: principles and practice / Alexander Kossiakoff et al. – 2nd ed. (Wiley series in systems engineering and management; 67) – WILEY, 2011. – 559 p.
5. Интервью с А.И. Боровковым [Электронный ресурс] / Центр компьютерного инжиниринга СПбПУ, 2021. – Режим доступа: <https://fea.ru/news/7687>.

Таблица 3. Модель DSM (PBS, PBS)

Компоненты (P)		P11	P12	P21	P22	P23
		Перечень действия для формирования плана освоения	Перечень действия для контроля выполнения плана освоения	Математический аппарат	Перечень критериев эффективности плана освоения	Процедуры оперативного реформирования плана освоения
P11	Перечень действия для формирования плана освоения		•	•	@	•
P12	Перечень действия для контроля выполнения плана освоения	©		•	@	→
P21	Математический аппарат	↔	↔		↔	V
P22	Перечень критериев эффективности плана освоения	•	•	•		X
P23	Процедуры оперативного реформирования плана освоения	©	©	•	•	

Таблица 4. Модель DSM (RBS, FBS)

Требования (R)		F11	F12	F21	F22	F23	F31	F32
		Декомпозиция изделия на отдельные узлы	Анализ планов ТПП, обеспечения специальной оснасткой и МТС	Внесение исходных данных в АСУП	Формирование плана освоения	Анализ и корректировка плана освоения	Оперативный контроль каждого этапа плана освоения	Принятие управляющих решений по устранению отклонений
R11	Анализ планов проведения ТПП и МТС	•	•	↔	V	↔	•	V
R12	Взаимоувязка планов освоения и планов ТПП и МТС. Корректировка планов	•	©	↔	→	↔	•	V
R21	Постоянный контроль и оперативное выявление отклонений от плана проведения освоения	•	\$	•	V	↔	•	V
R22	Выполнение корректирующих действий	•	→	•	→	©	©	↔
R31	Внесение изменений в нормативно-справочную информацию	•	•	↔	X	X	X	•
R32	Изменение алгоритмов функционирования автоматизированных систем управления	X	→	→	→	•	V	X

Таблица 5. Модель DSM (PBS, FBS)

Компоненты (P)		F11	F12	F21	F22	F23	F31	F32
		Декомпозиция изделия на отдельные узлы	Анализ планов ТПП, обеспечения специальной оснасткой и МТС	Внесение исходных данных в АСУП	Формирование плана освоения	Анализ и корректировка плана освоения	Оперативный контроль каждого этапа плана освоения	Принятие управляющих решений по устранению отклонений
P11	Перечень действия для формирования плана освоения	©	©	•	↔	↔	←	↔
P12	Перечень действия для контроля выполнения плана освоения	•	↔	•	→	→	↔	V
P21	Математический аппарат	X	X	•	V	V	X	X
P22	Перечень критериев эффективности плана освоения	X	↔	•	→	→	↔	•
P23	Процедуры оперативного реформирования плана освоения	©	↔	•	→	↔	↔	↔

6. Андреев И.А. Сокращение издержек предприятия оборонно-промышленного комплекса при вовлечении персонала в концепцию бережливого производства // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей». – 2019. № 3. – С. 7–12.
7. Четвергов В.А. Особенности планирования и управления производственным процессом освоения нового изделия на вновь созданном предприятии оборонно-промышленного комплекса // Сборник статей IV Международной научно-практической конференции «Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами». – Пенза, 2019. – С. 261–266.
8. Кондратьев В.В. Модельно-ориентированный системный инжиниринг: курс лекций. – М., 2020.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

WATER PURIFICATION METHODS AND THEIR PRACTICAL APPLICATION

Леонид Бурак,
директор ООО «БЕЛПРОСАКВА», кандидат технических наук

Максим Писарик,
инженер-технолог частного предприятия «Филтргтехносервис»

АННОТАЦИЯ. В данной работе дан анализ ситуации, сложившейся в настоящее время с качеством питьевой воды, и применяемых способов очистки воды в Республике Беларусь. Рассмотрены основные существующие способы очистки воды от соединений аммония и железа, проанализирован комплексный метод удаления этих соединений из воды и обеспечение её необходимого качества. Дано описание разработанной авторами технологии, изготовленного оборудования введённой в действие станции очистки воды. Подобранный технологический процесс позволил существенно снизить содержание общего железа и аммония в исходной питьевой воде и обеспечить её качество в соответствии с требованиями Сан ПиН 10-124 РБ. Согласно лабораторному анализу воды питьевой после прохождения станции очистки установлено: содержание Fe (общ.) – 0,1 мг/дм³, мутность – 1,0 мг/дм³, запах – 0 баллов, Mn – 0,01 мг/дм³, аммиак – 0,1 мг/дм³. Данные химического анализа подтвердили правильность подобранной технологии и эффективность работы установленного оборудования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: соединения аммония, железо; физические, химические способы очистки воды, озонирование; мембранная технология.

ANNOTATION. This paper analyzes the current situation with the quality of drinking water and the methods of water purification used in the Republic of Belarus. The existing basic methods of water purification from ammonium and iron compounds are considered. A complex method of removing these compounds from water and ensuring its required quality is analyzed. A description of the technology developed by the authors, the manufactured equipment of the commissioned water treatment plant is given. The selected technology made it possible to significantly reduce the content of total iron and ammonium in the original drinking water and ensure its quality in accordance with the requirements of San PiN 10-124 RB. According to the laboratory analysis of drinking water after passing the treatment station, it was established: Fe content (total) – 0.1 mg / dm³, turbidity – 1.0 mg / dm³, odor – 0 point, Mn – 0.01 mg / dm³, ammonia – 0.1 mg / dm³. The chemical analysis data confirmed the correctness of the selected technology and the efficiency of the installed equipment.

KEYWORDS: ammonium compounds, iron; physical, chemical methods of water purification, ozonation; membrane technology.

Употребление качественной и доступной питьевой воды – одна из наиболее глобальных проблем, которую пытаются решить на протяжении последних десятилетий. С каждым годом становится всё меньше запасов пресной воды высокого качества во всём мире, а численность населения увеличивается. Как следствие, растёт потребление данного природного ресурса. В общем мировом запасе солёные воды составляют 97,5%, а запасы пресной воды – только 2,5%, при этом человек имеет доступ только к 0,3% от этого количества, остальная же часть находится глубоко в недрах земли или в виде льда.

Во многих развитых и развивающихся странах один из основных (а иногда он и вовсе является единственным) источников питьевой воды – подземные воды. Так, в таких странах, как Дания и Австрия, абсолютно всю питьевую воду добывают из подземных источников. В Италии данный показатель составляет 90%, в Венгрии – 88%. Если говорить в общем по странам Европейского союза, то данный показатель составляет 79%. Что касается Российской Федерации, то порядка 30% питьевой воды приходится на долю подземных вод.

Республика Беларусь использует ресурсы подземных вод как основных источников водоснабжения для обеспечения городов и сёл. Однако подземные воды, получаемые из скважин, содержат примеси вредных элементов, не соответствующих нормам хозяйственно-питьевого водоснабжения. Подземные воды некоторых районов Республики Беларусь, среди которых районы Витебской области, содержат как соединения железа, так и другие вредные элементы в виде аммония, метана, марганца, сероводорода и других. Процесс очистки затрудняется большим количеством

химических соединений, содержащихся в составе подземных вод [1].

Самым распространённым веществом, входящим в состав подземных вод, является органическое соединение аммиака. Если в воде содержатся большие объёмы аммиака, это говорит о попадании в почву органических удобрений, пестицидов или фекальных стоков [2,3]. На территориях, где ведётся активная сельскохозяйственная деятельность, также можно обнаружить большое количество аммиака. Наличие аммония в глубоких скважинах говорит о нарушении целостности обсадной тру-

бы или несоблюдении санитарно-гигиенических мер по их предотвращению.

В Министерстве природных ресурсов подчёркивают, что сегодня в Республике Беларусь существуют серьёзные проблемы очистки промышленных сточных вод, обработки и утилизации их осадков. Более 80% очистных сооружений, эксплуатируемых на территории республики, были построены по технологиям, разработанным ещё в 70–80-х годах прошлого века. Существенное влияние оказывает тот факт, что расположение предприятий промышленности территориально близко к крупным городам. Поэтому существуют следующие проблемы по водоснабжению в Республике Беларусь:

- устаревшее оборудование и технологии очистки сооружений артезианских скважин;

- отказ от внедрения различных современных методов очистки воды, в частности тех, которые работают на уровне микробиологической очистки, а также новых разработанных методов в сфере сорбции и других современных физико-химических методов;

- несоблюдение требований, предъявляемых к санитарно-охранной зоне источников воды.

Протекающие в Республике Беларусь реки Неман, Березина, Свислочь, Западная Двина, Днепр, Припять, Ясельда загрязняются городами Гродно, Бобруйск, Минск, Могилёв, Новополоцк, Мозырь, Гомель, Речица и другими.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Материалом данного исследования являются открытые информационные источники, содержащие сведения о современных способах очистки воды от соединений аммония и железа. С целью практического применения одного из способов очистки исходным материалом является питьевая вода из артезианской скважины в населённом пункте Победа Полоцкого района Витебской области.

Методом исследования является сбор, изучение и сравнительный анализ информации, а также подбор технологии, изготовление оборудования и ввод в эксплуатацию системы очистки воды «ГИДРОС».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В настоящее время не все способы очистки воды от аммиачных соединений позволяют комплексно удалить другие соединения и элементы, хотя помимо аммиака вода может содержать в себе большое количество других видов загрязнителей.

Одним из основных свойств аммиака является его взаимодействие с другими веществами. Так, находясь в водной среде, аммиак, соединяясь с другими химическими элементами, становится

токсичным и выделяет вещества, которые наносят вред здоровью человека. Для того чтобы выявить уровень аммиака в воде, необходимо обратиться к измерениям водородного показателя свободных ионов водорода (pH). Так, если pH меньше 8, в воде присутствуют ионы аммония, при pH больше 11 – ионы аммиака. При значении pH в пределах 8–11 можно сделать вывод о содержании и одного, и другого вещества [4, 5].

Известны различные способы очистки воды, которые способствуют дезактивации аммония и аммиака. Наиболее распространёнными из них считают метод ионообмена, базирующийся на катионе кислотности; метод аэрации; обратного осмоса; способы биологической очистки и широко популярный метод хлорирования.

Для того чтобы определить, какой из перечисленных методов необходим в каждом конкретном случае, следует учитывать ряд факторов, таких как химический состав воды и содержание элемента, который необходимо удалить. Помимо этого, надо учитывать наличие имеющегося оборудования очистки воды, каким образом данная очистка была подобрана и какой бюджет был заложен на данную процедуру.

Самым популярным способом очистки на сегодняшний день выступает водная аэрация. Данный метод способствует удалению из воды различных вредных химических элементов, в частности аммиачных соединений, метана, железа и т.п. Метод достаточно удобен, что не затрудняет его применение в домах частного сектора и больших коттеджах [6].

Для того чтобы очистка от аммиачных соединений была наиболее эффективна, в практике используются определённые насосы с дозаторами, принцип работы которых основан на компрессионном нагнетании воздуха в полость аэрационной колонны (окислительного бака) с помощью аппаратов. Важными элементами данного оборудования является работа датчиков потока, газоотделительного клапана (обеспечивающего выведение лишнего воздуха выделяющимися газами), управляющей системы и компрессоров небольших размеров.

Водоподготовкой считается прохождение водой последовательных этапов, которые способствуют её очистке. Исходное качество воды определяет нужное число этапов. Очистительные фильтры, которые разработаны по современным технологиям, эффективно работают в отношении микроорганизмов в воде, а также способствуют удалению газовых примесей и прочих загрязнителей. Восстановлены следующие этапы.

Этап 1. Предварительная очистка: предполагает использование разных видов фильтров (в основном сетчатых

и патронных), которые помогают удалить из воды все грубые механические включения, например песок, мелкую крошку, волокна и т.п.

Этап 2. Демангация и устранение железа: предполагает использование аэрационной колонны, оснащённой воздушным компрессором, клапаном для отделения воздуха, специальным датчиком, контролирующим поток, фильтрующей средой и корпусом, а также клапаном, служащим для управления многоходовой. Благодаря такой системе из воды удаляют газы и их соединения (аммиак, метан) и различные примеси химической составляющей (железо, марганец, сероводород и т.п.).

Согласно данной схеме, сначала в установке нагнетается воздух, после чего вместе с водой он направляется в аэрационную колонну, где идут процессы окисления и дегазации. Окисленные вещества остаются на фильтрующем материале, когда проходят через него, через клапан удаляются излишки воздуха и газов.

Этап 3. Умягчение: предполагает прогон воды через фильтры. Благодаря этому она избавляется от солей, а также снижается уровень жёсткости воды. Для того чтобы определить уровень жёсткости, необходимо произвести измерения степени pH, а также принято использовать способ ионного обмена. Так, для реализации данного метода используют смолу, насыщенную ионами натрия. В данном случае смола выступает как элемент фильтрации.

Этап 4. Процесс тонкой очистки: из воды удаляются механические примеси, оставшиеся после проведённой очистки. Имеется в виду устранение мелкого фильтрующего элемента. Также выполняется кондиционирование при помощи патронных фильтров.

Этап 5. Процесс обеззараживания: из воды удаляются микроорганизмы, которые могут навредить человеческому организму, вызвать заболевания. Для этого возможно применение химических или физических методов. В первом случае используются реагенты, во втором – кипячение, ультразвук, ультрафиолетовые лучи.

Этап 6. Обессоливание: водоподготовка, позволяющая выполнить 99% очистки воды, метод обратного осмоса [7].

Очистка воды от железа затруднена из-за залежей торфа, особенно распространённых на территории Белорусского Полесья, контакт с которым обогащает воду элементами гуминовых соединений, приводящих к образованию в ней различных соединений железа.

При выборе способа очистки воды от железа принимаются во внимание следующие факторы: форма, концентрация, параметры воды (реакция среды,

жесткость, щёлочность и др.), производительности и технологические требования производственного процесса. Для удаления железа могут применяться различные физико-химические процессы, в ходе которых соединения железа переводятся в нерастворимые или слабо растворимые формы, после чего удаляются из воды. Условно все методы удаления из воды железа можно разделить на следующие группы: физические (макро-, микро-, ультра- и нанофильтрация, а также обратный осмос), химические (окисление с использованием разных видов окисляющих агентов, с катализаторами включительно), биологические (использование микроорганизмов для окисления железа) [8, 9].

Чаще всего для устранения двухвалентного железа в растворённом состоянии используется комбинация химических и физических методов. Суть в том, что оно окисляется и переводится в нерастворимую форму гидроокисей, после чего проводится фильтрация. Чтобы провести окисление, используется кислород воздуха, «активный» хлор, озон, перманганат калия. Процесс окисления железа, которое растворяется в воде кислородом воздуха, длительный. Использование соединений хлора позволяет сделать окисление железа в водных растворах высокоэффективным. Их использование разрушает гуматы и другие комплексные органические соединения железа, обеспечивает их переход в неорганические соли, которые легко поддаются гидролизу, выпадают в осадок. В зависимости от того, сколько железа содержится в воде, дозировка хлора на 1 кубометр воды может составлять от 5 до 20 г (время контакта максимум 30 минут). Использование хлорсодержащих реагентов при подготовке имеет существенный недостаток: могут образовываться хлорорганические соединения, которые имеют канцерогенные и мутагенные свойства.

Добиться окисления двухвалентного железа также можно, если ввести рас-

твор перманганата калия перед фильтрами в исходную воду. Дозировка перманганата калия нужна такая, чтобы среда имела окислительный потенциал после его введения: 0,35В (рН 6); 0,14В (рН 7) или 0,05В (рН 8).

Озонирование – один из перспективных методов, который может использоваться для окисления железа. Он одновременно обеззараживает, обесцвечивает, дезодорирует воду, улучшает органолептические показатели, окисляет марганец и двухвалентное железо. Озонирование обеспечивает практически полное окисление железа. Данный метод не всегда применяется ввиду высокой стоимости используемого оборудования, потребления электроэнергии в больших количествах и образования побочных продуктов. Во многих странах озонирование применяется для обезжелезивания и деманганации, используется данный метод и в РФ, в Республике Беларусь данный метод практически не применяется.

Технологии с применением пероксида водорода для удаления железа из подземных вод также вызывают значительный интерес, особенно потому, что традиционные методы недостаточно эффективны (высокая концентрация железа, низкая щёлочность, высокая жесткость воды, которая подвергается очистке) [10, 11].

Ещё одним способом обезжелезивания воды является применение ультразвука. Очистка воды ультразвуком происходит благодаря кавитации: по всему обрабатываемому объёму жидкости возникает большое количество пузырьков газа, вследствие чего происходит увеличение давления и температуры. Именно эти воздействия позволяют разрушить твёрдые примеси, а также споры микроорганизмов в воде.

Комплексным методом удаления из воды соединений аммония и железа является использование природных сорбентов в качестве фильтрующей

загрузки. В качестве таких сорбентов могут использоваться, например, цеолитсодержащие породы, такие как водные алюмосиликаты щелочных металлов. Проведённые исследования по их применению позволяют сделать вывод, что данные вещества, несмотря на пониженную ионную способность, обладают повышенной пористостью и влагоёмкостью, что предполагает их высокую осушающую способность и возможность хорошо сорбировать ионы тяжёлых металлов и аммония [12, 13]. Наиболее эффективными для очистки воды являются цеолиты с 80-процентным содержанием кремнезёма в своём составе. Данный способ позволяет добиться 90–97% удаления соединений аммония из воды. Но к настоящему времени данный способ не получил широкого применения.

Всё более широкое применение для водоподготовки является использование мембранных технологий, среди которых наибольшее распространение получили ультрафильтрационные мембраны. Самым эффективным способом для очистки воды среди мембранных технологий является обратный осмос. Обратный осмос – это процесс, при котором при воздействии давления вода протекает через полупроницаемую мембрану из более концентрированного в менее концентрированный раствор, то есть в обратном для осмоса направлении [14, 15].

Безусловно, технологии, предполагающие использование мембран, имеют существенное преимущество перед технологиями, которые традиционно используются и морально устарели. Главными достоинствами становятся автоматизированный процесс очистки, пониженное использование химических реагентов в процессе использования технологии, а также наиболее важный пункт: достижение цели – стабильная и качественная обработка воды.

Несмотря на это, следует отметить, что в зависимости от качества исходной воды применение других технологий очистки воды экономически оправданно и целесообразно.

Доказательством этого является разработанная нами совместно со специалистами предприятия «Фильтртехсервис» и введённая в эксплуатацию в Республике Беларусь станция очистки воды «ГИДРОС». Согласно предоставленным данным исходная вода не соответствовала требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 по следующим показателям: железо общее – 6,0 мг/дм³, мутность – 13,03 мг/дм³, запах – 3 балла, марганец – 0,2 мг/дм³, аммиак – 4,19 мг/дм³. С целью обеспечения качества воды требованиями СанПиН 10-124 РБ была разработана промышленная станция очистки воды. Станция предназначена для комплексной очистки воды из подземных источников (артезиан-

ские скважины) от железа и аммиака и для снижения содержания данных элементов в воде до требуемых значений, установленных санитарно-эпидемиологическими нормативными документами СанПиН 10-124 РБ 99 и СанПиН 2.1.4.1074-01. Фильтрация происходит на двух напорных фильтрах обезжелезивания и на двух напорных фильтрах удаления аммония. Технологическая схема установки очистки воды представлена на рис. 2.

Исходная вода (В9) под давлением скважинного насоса подаётся на аэрационную колонну (1.3), где насыщается кислородом воздуха от безмасляного компрессора. Далее вода подаётся на узел учёта исходной воды (ВУ-1) и распределяется на каждую из двух параллельно соединённых установок обезжелезивания (1.1, 1.2) с диаметром колонны 500 мм. Часть воздуха, смешанного с водой, попадает в верхнюю часть фильтра, где удаляется через воздухоотделительный клапан (14). Регулировка работы компрессора производится клапаном регулировки потока (7). Фильтрация воды происходит в направлении сверху-вниз. По выбранной технологии очистки воды от железа в качестве фильтрующего материала используется гравий кварцевый и песок кварцевый с различной фракцией. В фильтрующем материале происходит процесс окисления двухвалентного железа за счёт растворённого кислорода воздуха, что приводит к образованию нерастворимых гидроксидных соединений железа, выпадающих в осадок и удаляемых в процессе обратной промывки. Растворённый в воде кислород является необходимым условием работоспособности фильтрующего материала. Поддержание предельно растворимой концентрации кислорода осуществляется за счёт образования воздушной подушки в аэрационной колонне и верхней части корпуса установки обезжелезивания. Регенерация установок осуществляется методом обратной промывки чистой водой в автоматическом режиме по программе контроллера в соответствии с установленным фильтроциклом. Управление затворами – пневматическое автоматизированное, осуществляется при помощи компрессоров. Регенерационная промывка установок обезжелезивания проводится очищенной водой в течение 5–12 минут (устанавливается в процессе пуска/наладочных работ) в направлении снизу-вверх. Вода подаётся промывным насосом (8) из ёмкости РЧВ (16). При необходимости опорожнения корпуса фильтра во время ремонта или технического обслуживания вода из корпуса сливается в дренаж при помощи спускового крана (9), установленного в нижней части фильтра. После фильтров обезжелезивания вода поступает в атмосферный резервуар чистой воды (16), который со-

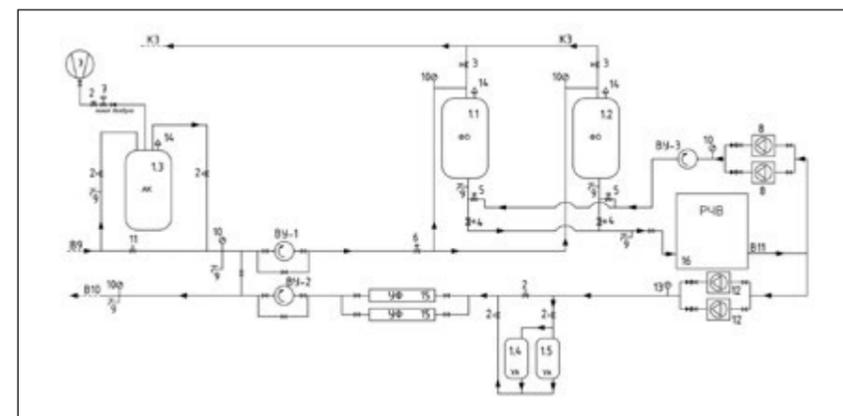


Рис. 2. Технологическая схема установки очистки воды. Режим фильтрации. Режим обратной промывки (либо из фильтров). Затвор с пневмоприводом 3 – закрыт, затвор с пневмоприводом 3 – открыт. Затвор с пневмоприводом 4 – открыт, затвор с пневмоприводом 4 – закрыт. Затвор с пневмоприводом 5 – закрыт, затвор с пневмоприводом 5 – открыт. Затвор с пневмоприводом 6 – открыт, затвор с пневмоприводом 6 – закрыт.

вмещает функцию ёмкости промывочной воды (РЧВ). После ёмкости РЧВ вода забирается насосами второго подъёма (12) и проходит через две фильтрационные колонны установок удаления аммиака (1.4, 1.5). Диаметр фильтров 400 мм. В качестве фильтрующего материала засыпается сорбент природного происхождения клиноптилолит марки «Цеолит». Далее вода проходит через установки ультрафиолетового обеззараживания (15), узел учёта чистой воды (ВУ-2) и затем поступает в сеть посёлка. На входном и выходном трубопроводах установлены манометры (10) и пробоборные краны (9). Насосы второго подъёма работают с частотным регулированием по датчику давления. При регенерации фильтров обезжелезивания вода из РЧВ промывочными насосами через узел учёта промывочной воды (ВУ-3) поступает на очищаемый фильтр и потоком снизу-вверх удаляется совместно с загрязнениями в канализацию. Промывка фильтров удаления аммиака производится с помощью программируемых автоматических клапанов под давлением насосов второго подъёма. Для восстановления сорбционных свойств цеолита фильтры промываются в несколько стадий: 1) промывка обратным током снизу-вверх; 2) медленная промывка солевым раствором из реактного бака; 3) отмывка солевого раствора прямым потоком сверху-вниз; 4) наполнение солевого бака водой. Промывка всех фильтрационных колонн проводится последовательно в заданное время. Управление циклами регенерации, запуском промывочных насосов, управление затворами осуществляется блоком управления станцией.

В результате проведённого лабораторного анализа воды питьевой после прохождения станции очистки установлено: содержание Fe (общ.) – 0,1 мг/дм³, мутность – 1,0 мг/дм³, запах – 0 баллов,

Mn – 0,01 мг/дм³, аммиак – 0,1 мг/дм³. Данные анализы подтверждают правильность подобранной технологии и эффективность работы установленного оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих способов очистки воды от ионов железа и аммония подтверждает необходимость индивидуального подхода при выборе технологии очистки, так как перспективными являются многие методы. Использование ультразвука высокой частоты интенсифицирует процессы обезжелезивания подземных вод, сокращает время, необходимое для обработки. Данный метод особо эффективен в сочетании с обработкой пероксидом водорода. Применение очистки методом мембранных технологий позволяет осуществлять многоуровневую и глубокую очистку вод как поверхностных, так и воды из подземных источников от ионов железа и аммония, а также других элементов и органических соединений.

Проводя сравнительный анализ различных технологий очистки воды, нужно учитывать значительные нюансы при подборе отдельного способа очистки. Также важно проанализировать, насколько высокую степень загрязнённости имеет вода на начальном этапе, исходя из этого, оценить, какая производительность нужна, и учесть затраты на эксплуатацию необходимого оборудования. Безусловно, в выборе способа очистки ключевым моментом становится уровень загрязнения – достаточно ли очистки только от какой-либо конкретной примеси или необходимо устранить загрязнения от многокомпонентных примесей. Принимая во внимание различные факторы, влияющие на степень обезжелезивания, в частности, влияние минерального состава воды,

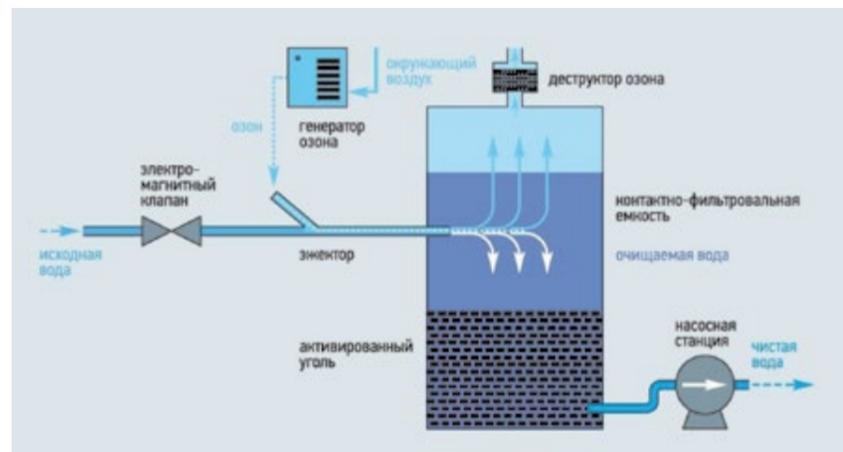


Рис. 1. Схема технологии озонирования воды

чтобы выбрать оптимальный метод для удаления железа и подбора дозировки окислителя, целесообразно и необходимо проводить пробное обезжелезивание, в результате которого можно получить подтверждение правильности в выборе технологии и способа очистки, а также фильтрующего материала.

Подобранная нами технология очистки воды, изготовленная и установленная станция очистки «ГИДРОС» в населённом пункте Победа Полоцкого района Витебской области, обеспечивает комплексное удаление в воде ионов железа, аммония и марганца. Кроме того, она экономически целесообразна. Все это ещё раз подтверждает, что выбор технологии очистки воды во многом зависит от качества исходной воды, а подбор оборудования и необходимого материала – также от финансовых возможностей конкретного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букреева Ю.В. Сорбция коллоидных соединений оксидов железа и марганца с помощью железобактерий на песчаных загрузках очистных сооружений водоподъёмных станций. / Букреева Ю.В. и Грабович Н.Ю. // Сорбционные и хроматографические процессы. – Воронеж, 2009. – Т. 9. – № 4. – С. 506–514.
2. Коршунова Е.В. Очистка воды от ионов аммония. / Коршунова Е.В. // Инженерная защита окружающей среды. Томский политехнический университет. – Томск, 2014. – С. 23–25.
3. Li L. Removal of ammonia nitrogen in wastewater by microwave radiation. / Li L., Songhu Y., Jing C., Zuqun X. and Xiaohua L. J. // of Hazardous Materials, 2009. – Vol. 161. – No. 02-3. – pp. 1063–1068.
4. Тумин А.Н. Эффективный способ очистки воды. / Тумин А.Н., Чебан В.Г. и Левченко Э.П. // Материалы 4-й Международной научно-практической конференции: Инновационные перспективы Донбасса. – Луганск, 2018. – С. 130–133.
5. Nuratiqah M. A review of biological aerated filters for iron and manganese ions removal in water treatment. / Nuratiqah M., Yassimi A. and Siti S.A. // Journal of Water Process Engineering. 2018. – vol.23. – pp. 1–12.
6. Чертков М.П. Применение биологических методов очистки воды при водоподготовке и очистке сточных вод. / Чертков М.П. // Российский инженер. – 2017. – № 1(7). – С. 44–49.
7. Bonilla-Petriciolet A. Adsorption Processes for Water Treatment and Purification. / Bonilla-Petriciolet A., Mendoza-Castillo D.I. and Reynel-Avila H.E. // Springer International Publishing. Cham, Switzerland. – 2017. – pp. 266.

8. Gitis V. Water treatment: Trends and challenges. / Gitis V. and Hankins N. // Journal of Water Process Engineering. – 2018. – vol. 25. – pp. 34–38.
9. Jinxiang L. Characterization methods of zerovalent iron for water treatment and remediation. / Jinxiang L. and other // Water Research. – 2019. – vol.148. – pp. 70–85.
10. Lateef S.K. Direct membrane filtration of municipal wastewater with chemically enhanced backwash for recovery of organic matter. / Lateef S.K., Soh B.Z. and Kimura K. // Bio resource technology. – 2019. – pp. 149–155.
11. Nacimiento T. Improvement of municipal wastewater pretreatment by direct membrane filtration. / Nacimiento T., Mejia F., Polanski F. and Pena M. // Environmental Technology. – 2016. – No. 38. – pp. 1–35.
12. Nitasha K. Recent strategies of iron from water: A review. / Nitasha K., Sanjiv T., and Deepak R. // Journal of Water Process Engineering. – 2017. – vol. 19. – pp. 291–304.
13. Lei Zh. Ammonia nitrogen removal and recovery from acetylene purification wastewater air stripping. / Lei Zhu and other. // Water Science and Technology. – 2018. – vol.75. – Issue 11. – pp. 2538–2545.
14. Ramune A. Technology for treatment of groundwater simultaneously containing iron, manganese, ammonium and organic matter. / Ramune A., Mindaugas R., Birute T. and Violeta V. // Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua. – 2017. – vol 66(8). – pp. 665–672.
15. Zhijun R. Study of adsorption of ammonia nitrogen by iron-loaded activated carbon from low temperature wastewater. / Zhijun R., Biao J., Guangming Z., Xiaolin F., Zhanxin W., Pengfei W., and Longyi L. // Chemosphere. – 2020. – vol. 262.

REFERENCES

1. Yu.V. Bukreeva Sorption of colloidal compounds of iron and manganese oxides with the help of iron bacteria on sand loads of treatment facilities of water-lifting stations. / Bukreeva, Yu.V. and Grabovich N.Yu // Sorption and chromatographic processes. – Voronezh, 2009. – Т. 9. – No. 4. – p. 506–514.
2. Korshunova E.V. Water purification from ammonium ions. / Korshunova E.V. // Engineering environmental protection. Tomsk Polytechnic University. Tomsk, 2014. – p. 23–25.
3. Li L. Removal of ammonia nitrogen in wastewater by microwave radiation. / Li L., Songhu Y., Jing C., Zuqun X. and Xiaohua L. J. // of Hazardous Materials, 2009. – Vol. 161. – No. 02-3. – pp. 1063–1068.
4. Tumin A.N. An effective way to purify water. / Tumin A.N., Cheban V.G. and

- Levchenko E.P. // Materials of the 4th International Scientific and Practical Conference: Innovative Prospects of Donbass., Lugansk. – 2018. – p. 130–133.
5. Nuratiqah M. A review of biological aerated filters for iron and manganese ions removal in water treatment. / Nuratiqah M., Yassimi A. and Siti S.A. // Journal of Water Process Engineering. – 2018. – vol. 23. – pp. 1–12.
6. Chertkov M.P. Application of biological methods of water purification in water treatment and wastewater treatment. / Chertkov M.P. // Russian engineer. – 2017. – No. 1 (7). – from. 44-49.
7. Bonilla-Petriciolet A. Adsorption Processes for Water Treatment and Purification. / Bonilla-Petriciolet A., Mendoza-Castillo D.I. and Reynel-Avila H.E. // Springer International Publishing. Cham, Switzerland. – 2017. – pp. 266.
8. Gitis V. Water treatment: Trends and challenges. / Gitis V. and Hankins N. // Journal of Water Process Engineering. – 2018. – vol. 25. – pp. 34–38.
9. Jinxiang L. Characterization methods of zerovalent iron for water treatment and remediation. / Jinxiang L. and other // Water Research. – 2019. – vol. 148. – pp. 70–85.
10. Lateef S.K. Direct membrane filtration of municipal wastewater with chemically enhanced backwash for recovery of organic matter. / Lateef S.K., Soh B.Z. and Kimura K. // Bio resource technology. – 2019. – pp. 149–155.
11. Nacimiento T. Improvement of municipal wastewater pretreatment by direct membrane filtration. / Nacimiento T., Mejia F., Polanski F. and Pena M. // Environmental Technology. – 2016. – No. 38. – pp. 1–35.
12. Nitasha K. Recent strategies of iron from water: A review. / Nitasha K., Sanjiv T., and Deepak R. // Journal of Water Process Engineering. – 2017. – vol. 19. – pp. 291–304.
13. Lei Zh. Ammonia nitrogen removal and recovery from acetylene purification wastewater air stripping. / Lei Zhu and other. // Water Science and Technology. – 2018. – vol. 75. – Issue 11. – pp. 2538–2545.
14. Ramune A. Technology for treatment of groundwater simultaneously containing iron, manganese, ammonium and organic matter. / Ramune A., Mindaugas R., Birute T. and Violeta V. // Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua. – 2017. – vol 66(8). – pp. 665–672.
15. Zhijun R. Study of adsorption of ammonia nitrogen by iron-loaded activated carbon from low temperature wastewater. / Zhijun R., Biao J., Guangming Z., Xiaolin F., Zhanxin W., Pengfei W., and Longyi L. // Chemosphere. – 2020. – vol. 262. 

УДК 691.05.02.07

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

PROBLEMS OF USING RARE-EARTH PERMANENT MAGNETS IN EXTREME OPERATING CONDITIONS

И.И. Акимов, И.Н. Буряков, С.А. Кичко, В.В. Лобынцев, А.А. Поляшов, С.Г. Фокин
I.I. Akimov, I.N. Buryakov, S.A. Kichko, V.V. Lobyntsev, A.A. Polyakov, S.G. Fokin

АННОТАЦИЯ. Использование постоянных магнитов в роторах различных генераторов позволяет отказаться от системы возбуждения и на период эксплуатации иметь простую и практически необслуживаемую технику. Использование постоянных магнитов сопряжено с трудностями, обусловленными условиями эксплуатации. Авторы статьи столкнулись не только со снижением намагниченности постоянных магнитов системы NdFeB, но постепенным их разрушением ввиду высокого сродства Nd к водороду.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: электропривод, постоянные магниты, электрогенератор, защитные покрытия, холодное газодинамическое напыление.

ABSTRACT. The use of permanent magnets in the rotors of various generators allows you to abandon the excitation system and have a simple and practically maintenance-free equipment for the period of operation. The use of permanent magnets is fraught with difficulties due to operating conditions. The authors of the article faced not only a decrease in the magnetization of the permanent magnets of the NdFeB system, but also their gradual destruction due to the high affinity of Nd to hydrogen.

KEYWORDS: electric drive, permanent magnets, electric generator, protective coatings, cold gas-dynamic spraying.

В настоящее время создание различной техники немислимо без применения различных типов постоянных магнитов, которые применяются в навигационных комплексах, электроприводах различных исполнительных механизмов и многих других изделиях. Современный постоянный магнит является сложным наноструктурным высокотехнологичным изделием. Правильный выбор постоянного магнита для конкретного применения учитывает более десятка параметров, не считая химического состава, электрофизических и механических свойств. Многие явления, происходящие в процессе сложных термообработок, намагничивания и перемещения постоянных магнитов, возможно описать только с применением аппарата квантовой физики. Многообразие подходов к производству и возможным композиционным сочетаниям химического состава материалов магнитов приводит к широчайшим диапазонам долговременного их поведения.

К сожалению, в последние годы на фоне возможности осуществления интеграции постоянных магнитов в различные изделия сложился миф об универсальной применимости постоянных магнитов системы Nd₂Fe₁₄B.

Причины такого мифа лежат в экономической плоскости, так как более 90% мирового рынка постоянных магнитов принадлежит производителям КНР. Наиболее массовым спросом, особенно на рынке гражданской продукции, пользуются постоянные магниты на основе Nd₂Fe₁₄B, поэтому в Китае осталось всего два-три предприятия, которые выпускают постоянные магниты системы SmCo. Марке-

тинговые усилия китайских компаний направлены на продвижение массового товара, чему способствует ценовая политика КНР. Соотношение цен на редкоземельные материалы к ценам на готовые магниты Nd₂Fe₁₄B таково, что купить готовый магнит китайского производства в разы дешевле, чем купить редкоземельные материалы для производства аналога в России. Однако готовые магниты системы SmCo в продаже довольно дороги. В итоге подавляющее большинство отечественных поставщиков постоянных магнитов или законсервировали, или никогда и не имели производственно-технологического оборудования, а фактически

продолжают маркетинговую политику китайского производителя.

Рассмотрим несколько аспектов этой мифологии применительно к таким изделиям, как магнитные муфты, являющиеся частью силовых приводов и служащие для передачи вращающего момента через изолирующий кожух (мембрану). Магнитные муфты широко применяются в составе маршевых и подруливающих электроприводов глубоководных аппаратов, погружных насосов нефтяных скважин и др.

Аспект первый: сравнительно дешёвые магниты системы Nd₂Fe₁₄B имеют большую энергию, но дешевле они только при производстве в Китае. Дешёвые

марки $Nd_2Fe_{14}B$ имеют на порядок большие температурные коэффициенты потерь остаточной индукции b (о.12 %/°C по сравнению с о.03 %/°C у Sm_2Co_{17}) и коэрцитивной силы H_c (о.6 %/°C по сравнению с о.19 %/°C у Sm_2Co_{17}), а также меньшие значения коэрцитивной силы по намагничённости iH_c .

Даже если условия окружающей среды не предусматривают воздействие повышенных температур, разогрев при работе магнитной муфты происходит всё равно – хотя бы в результате вихревого взаимодействия при вращении магнитного поля с изолирующей мембраной. При этом температура стенок конструкции, по имеющемуся опыту, в зависимости от частоты вращения и величины индукции может достигать 200–250°C. В результате магнит системы $Nd_2Fe_{14}B$ не обеспечит передачи требуемых усилий. А при срыве зацепления муфты магнит имеет все возможности необратимого размагничивания. Для того чтобы поднять значение коэрцитивной силы во избежание окончательного размагничивания, необходимо легировать исходный материал магнита дорогостоящими редкоземельными элементами (тербий, диспрозий).

Вследствие этого такие магниты даже у китайских производителей сразу становятся дороже на 30–40%, чем аналоги системы $SmCo$. Если обеспечить такой же порядок коэффициентов температурных потерь, как у $SmCo$, то степень легирования, а следовательно, и цена значительно возрастут. Степень измельчения в инертной среде и другие технологические приёмы без легирования не влияют на температурные характеристики и способны только поднять энергию.

Аспект второй: коррозионная стойкость магнитов $Nd_2Fe_{14}B$ обеспечивается многослойным комбинированным



Рис. 1. Напылительный комплекс ДИМЕТ-421

гальваническим покрытием и размещением в защитных герметичных сварных корпусах, в том числе при защите от атмосферных осадков в условиях хранения. Однако любое гальваническое покрытие заведомо пористое и не сплошное, вдобавок имеет магнитную проницаемость, отличную от нулевой. В этой связи эксплуатация изделий с постоянными магнитами системы $Nd_2Fe_{14}B$ в агрессивных средах (кислоты, нефтепродукты, морская вода), в условиях повышенных температур и давлений приводит к разрушению массива магнита вследствие взаимодействия Nd со свободным водородом или активными водородсодержащими радикалами. Магнит разрушается вплоть до порошкообразного состояния. Кроме того, никель и хром, входящие в состав большинства нержавеющей сталей в качестве легирующих элементов, являются катализаторами этого процесса. Сварные защитные кожухи из титана наиболее предпочтительны, однако с течением времени сварные швы могут охрупчиваться с потерей герметичности.

Так, например, по причине использования в магнитной муфте неправильно выбранного материала постоянных магнитов вышел из строя насосный агрегат

газоперекачивающей станции. Поверхность муфты потеряла цилиндрическую форму, в результате эксплуатации муфту заклинило в изолирующем стакане, а агрегат вышел из строя. После замены магнитов на систему $SmCo$ отремонтированный насосный агрегат эксплуатируется уже несколько лет без каких-либо сбоев и нареканий.

В целом проблема защиты поверхности постоянных магнитов является весьма серьёзной, потому как необходима высокая сплошность защитного покрытия, а также малый вклад в снижение индукции магнитного поля. Дополнительно следует отметить, что до недавнего времени гальванические методы были безальтернативными ввиду высокой эрозивности поверхности магнитов, а также недопустимости их перегрева.

Авторами статьи опробован метод холодного газодинамического напыления на поверхность магнитов системы $Nd_2Fe_{14}B$ различных составов и композиций, в том числе защищающих от воздействия свободного водорода и его соединений, присутствующих в морской воде, например H_2S .

Метод холодного газодинамического напыления (ХГН) позволяет формировать разнородные металлические и металлокерамические покрытия на поверхности макроопического объекта сложной формы с кристаллической или некристаллической структурой. Он имеет достаточно широкий спектр применений: для восстановления поверхности изделий, упрочнения, защиты металлов от коррозии, повышения тепло- и электропроводности и т.д. ХГН позволяет формировать покрытия практически без нагрева детали (подложки), что весьма важно для изделий и материалов, не допускающих воздействия высоких температур, таких как постоянные магниты.

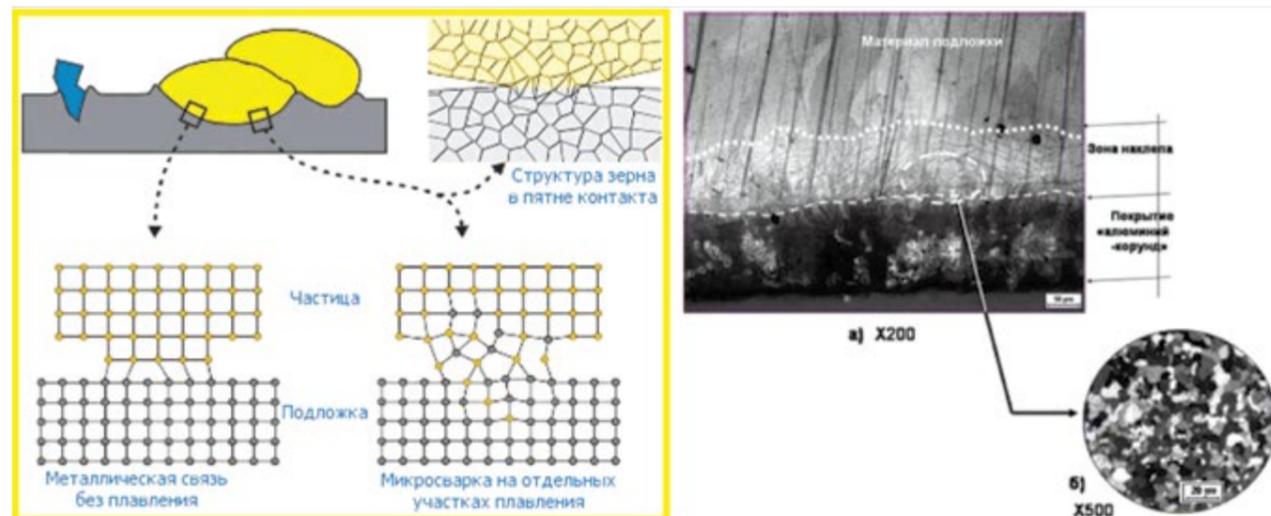
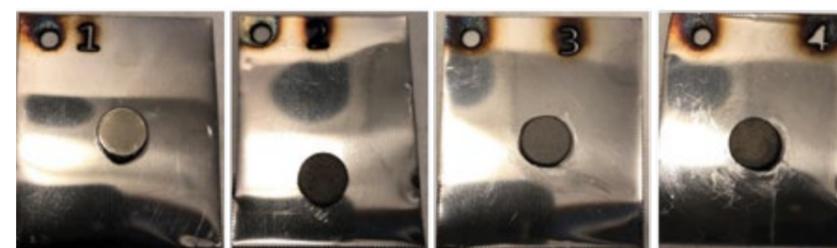


Рис. 2. Структура наносимых покрытий методом ХГН



Номер образца и описание	Масса начальная, г	Масса конечная, г
1. Стандартное гальваническое покрытие	3,02	3,02
2. Покрытие отсутствует	1,74	1,74
3. Подложка из Al-Zn, покрытие Ni	2,28 с подложкой	2,28
4. Подложка из Al-Zn, покрытие Ti-Pb 10%	2,91 с подложкой	2,90

Рис. 3. Модельные образцы постоянных магнитов системы $Nd_2Fe_{14}B$ с защитным покрытием на боковой поверхности

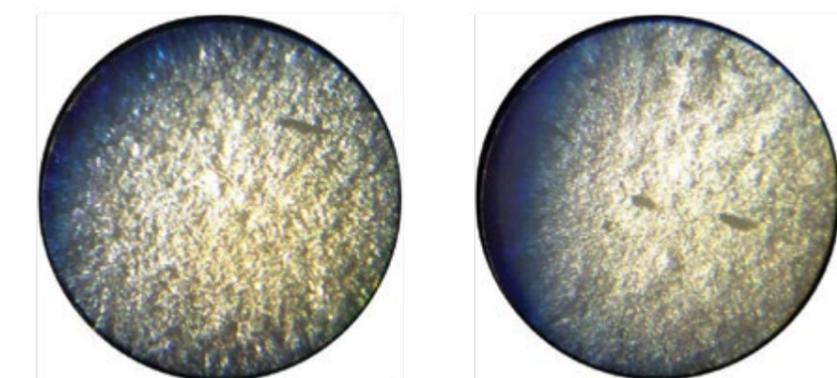


Рис. 4. Поверхностная структура покрытий образцов при увеличении $\times 200$

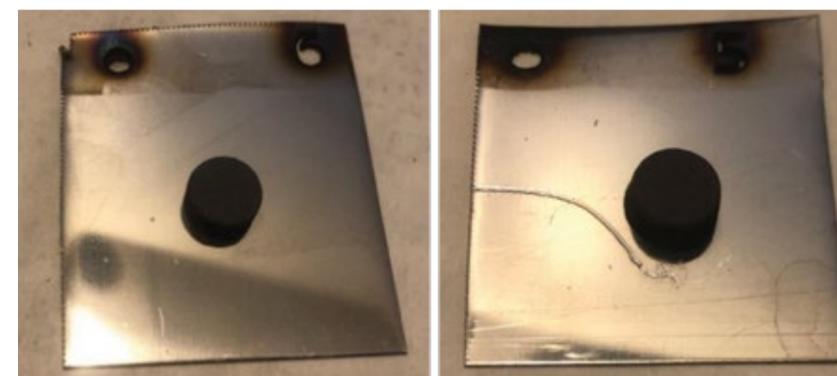


Рис. 5. Внешний вид образцов с покрытием на основе свинца

Суть метода ХГН состоит в нанесении на обрабатываемую поверхность металлических и/или композиционных металлокерамических покрытий с помощью сверхзвуковых гетерофазных потоков. Частицы напыляемого материала ускоряются сверхзвуковой струёй газа (500...1000 м/с) и направляются на покрываемую поверхность, а при соударении с ней формируют твёрдое покрытие, при этом температура подложки (образца) не превышает 100°C.

Путём изменения режимов работы оборудования (рис. 1) возможно формирование однокомпонентных, однофазных и многокомпонентных покрытий

с варьированием их толщины и физико-механических свойств без эрозивного повреждения/разрушения поверхности постоянного магнита [1].

Структура покрытий представляет собой однородный (сплошной) металлический слой (в случае чисто металлических покрытий, создаваемых из одного металла) или металлический слой, структурированный частицами другого металла (рис. 2) или керамики. Возможно нанесение нескольких слоёв разнородных покрытий различных (заданных) толщин каждого из слоёв.

ХГН обеспечивает получение покрытий одинаково высокого качества

как при использовании относительно легкоплавких материалов (Zn, Al, Cu, сплавы карбидов с металлами с большой долей металлической матрицы), так и тугоплавких материалов. Однако в последнем случае необходима отладка режимов нанесения.

Методом ХГН на боковую поверхность модельных образцов постоянных магнитов системы $Nd_2Fe_{14}B$ нанесено композиционное покрытие, способное обеспечить не только коррозионную стойкость последнего при эксплуатации в составе изделий в морской воде, например электропривода, но и воспрепятствовать разрушению массива магнита от действия сероводорода (рис. 3). Поверхностная структура покрытий второго и четвёртого образца при увеличении $\times 200$ (рис. 4). Нанесение защитного покрытия на основе свинца выполнялось без предварительной подготовки поверхности магнита (рис. 5), при этом адгезия составила 74 МПа.

Комбинирование различных приёмов защиты постоянных магнитов с точки зрения коррозионной стойкости для конкретных условий эксплуатации позволит по-новому взглянуть на конструкцию различного рода электропривода и других изделий. Применение ХГН функциональных и защитных покрытий, обладающих вакуумной плотностью в сочетании с превосходными показателями адгезии – путь к решению проблемы использования постоянных магнитов в агрессивных средах на протяжении всего периода эксплуатации без заметной деградации характеристик.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В публикации приведён реальный опыт разработки новых технологических приёмов для придания исключительных эксплуатационных качеств постоянным магнитам системы $Nd_2Fe_{14}B$. Найдено нетривиальное решение чётко поставленной научно-технической проблемы. Изготовлены модельные постоянные магниты указанной системы с защитными покрытиями, призванными защитить их от воздействия свободного водорода и активных водородсодержащих радикалов. Эффективность каждого из использованных защитных покрытий будет установлена по завершении годовых натурных коррозионных испытаний, однако по имеющимся аналогам имеется высокая степень уверенности в положительном результате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов И.И., Лобынцев В.В., Щербаков В.И., Титов А.О. Использование ХГН-покрытий в полупроводниковой преобразовательной технике, ВАИТ. – Серия: Материаловедение и новые материалы, выпуск 2 (81), 2015. – Стр. 32–40. **РИ**

УДК 504.064.47:628.475.3-7:533.9.15

ПРОИЗВОДСТВО ВОДОРОДА ПРИ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ

HYDROGEN PRODUCTION AT THE PROCESS OF PLASMA TREATMENT OF SOLID WASTES

А.В. Артёмов, А.В. Переславцев, С.А. Вошинин, С.С. Тресвятский, С.В. Коробцев
 Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (НИЦ КИ)

A.V. Artemov, A.V. Pereslavtsev, S. A. Voshchinin, S. S. Tresvyatskii, S. V. Korobtsev
 National Research Center «Kurchatov Institute» (NRC KI)

АННОТАЦИЯ. Приведены принципиальные технологические схемы получения водорода при плазменной переработке отходов в Комплексе высокотемпературного плазменного конвертера (ВТПК) по ремвариантам: с получением базальтоподобного шлака, тепловой и электрической энергии (первый вариант); дополнительного получения биодизеля, биомассы и глицерина с использованием алга-технологий с последующей паровой конверсией глицерина в водород (второй вариант); без использования алга-технологий с переработкой всего CO₂, получаемого в ВТПК, в водород с использованием каталитических стадий углекислотного риформинга и паровой конверсии монооксида углерода (третий вариант).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: плазменный пиролиз отходов, получение водорода, углекислотный риформинг, паровая конверсия.

ABSTRACT. Three basic technological schemes of hydrogen production at the process of plasma treatment of solid wastes at the Complex of a high-temperature plasma converter are presented. Among them, the first one is the production of basalt-like slag, thermal and electrical energy. The second one is the additional production of biodiesel, biomass and glycerol by the using of alga technologies and followed by steam conversion of glycerol into hydrogen. The third one is without the using of alga technologies and with the conversion of all the carbon dioxide into hydrogen by the using of the catalytic stages of carbon dioxide reforming and steam conversion of carbon monoxide.

KEYWORDS: plasma pyrolysis of waste, hydrogen production, carbon dioxide reforming, steam conversion.

Одним из основных преимуществ плазменного пиролиза отходов по сравнению с существующими сжигательными технологиями является возможность выделения из пирогаза водорода – одного из наиболее востребованных в настоящее время энергоносителей. В НИЦ КИ разработана многовариантная технология получения (выделения) водорода из продуктов переработки отходов производства и потребления (ОПП) в высокотемпературном плазменном конвертере (ВТПК).

В самом простом (первом) варианте этой технологии [1], принципиальная схема которой приведена на рис.1, помимо переработки ОПП предусмотрено получение базальтоподобного шлака (БПШ), тепловой (Т) и электрической (Е) энергии и водорода.

В соответствии с этим вариантом ОПП поступают в верхнюю часть ВТПК, в нижней части которого в зоне пиролиза расположены плазматроны (ПЛ) (на рис. 1 – один ПЛ). Рабочим газом в ПЛ является CO₂, подаваемый в ПЛ из хранилища CO₂ (ХРСО₂). Электроэнергию (Е) ПЛ получают из газотурбин-

ной установки (ГТУ). В зону пиролиза ВТПК подают строго расчётное количество кислорода для обеспечения полного превращения неорганических компонентов ОПП в БПШ, который выводится из нижней части ВТПК. Пирогаз из ВТПК поступает в котёл-утилизатор (КУ), где отдаёт своё тепло с выработкой (Т) (пара). Охлаждённый пирогаз из КУ направляют на стадию очистки пирогаза (ОПИР), а после стадии ОПИР очищенный пирогаз направляют на стадию абсорбционного выделения CO₂ (ВСО₂). Выделенный на стадии ВСО₂ углекислый газ направ-

ляется в ХРСО₂. После выделения CO₂ часть пирогаза, содержащая в основном CO, H₂ и CH₄, направляется на стадию короткоциклового адсорбции (КЦА) для выделения H₂. Оставшаяся часть пирогаза, содержащая в основном CO и CH₄, направляется в ГТУ в качестве низкокалорийной добавки для смешивания с природным газом. CO₂ выделяется также и из газообразных продуктов ГТУ. Из ХРСО₂ часть CO₂ поступает в качестве плазмообразующего газа в ПЛ, а большая часть CO₂ остаётся в ХРСО₂ и реализуется внешним потребителям.

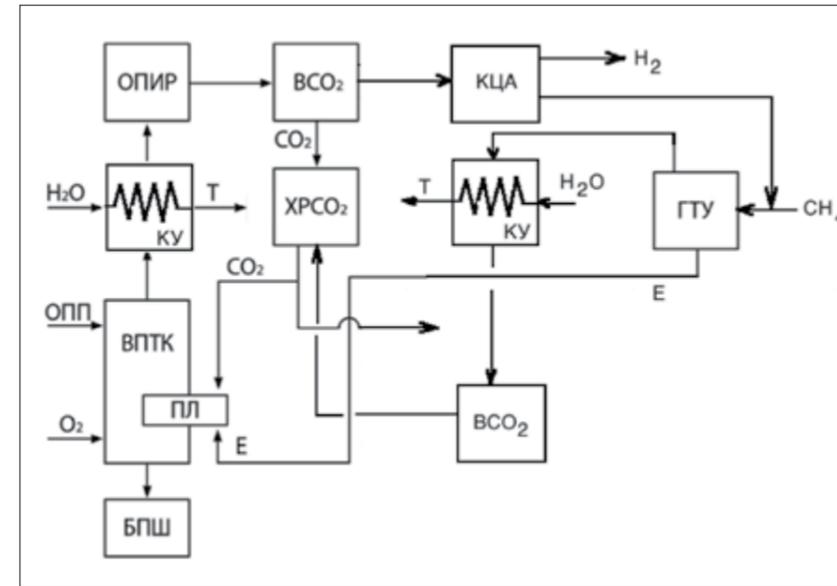


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема первого варианта переработки ОПП в Комплексе ВТПК.

ПЛ – плазматрон;
 КУ – котёл-утилизатор;
 ОПИР – очистка пирогаза;
 ВСО₂ – выделение CO₂;
 ХРСО₂ – хранилище CO₂;
 ГТУ – газотурбинная установка

Необходимость выделения CO₂ раздельно и из пирогаза, и из газообразных продуктов ГТУ (количество CO₂ в газообразных продуктах ГТУ около 37 тыс. кг/час) обусловлена следующими основными факторами:

1) количество CO₂, выделяемое только из пирогаза, недостаточно для обеспечения всех плазма-

тронов плазмообразующим газом (см. таблицу 1);

2) значительным различием состава пирогаза и газообразных продуктов ГТУ;

3) современными экологическими требованиями, предусматривающими снижение выбросов в атмосферу CO₂.

Основные результаты работы Комплекса ВТПК по первому варианту при-

ведены в таблице 1. Как видно из этой таблицы, содержание водорода в пирогазе слабо зависит от морфологического состава отходов и составляет 90–110 кг/час. Без учёта реализации водорода на внешнем рынке основные экономические показатели первого варианта в значительной степени зависят от состава сырья и имеют значения:

1) простой срок окупаемости проекта 9,4–12,2 года;

2) чистая прибыль 251–465 млн руб. при суммарных капитальных затратах около 4,3 млрд руб. Дополнительное выделение водорода из пирогаза в количестве около 80 кг/час и продажа его на внешнем рынке позволит увеличить прибыль на 400–500 млн рублей в год.

При реализации второго варианта (рис. 2) весь (или большая часть) CO₂ направляется в блок алга-технологий (БАТ), где из выращенных водорослей с использованием известных технологий получают биодизель (весь или часть которого может быть использована в ГТУ как частичная замена природного газа), биомассу (для реализации на внешнем рынке в качестве корма в животноводстве) и глицерин, паровой каталитической конверсией которого [2] может быть получено дополнительное количество водорода. Количество глицерина, получаемого в БАТ площадью 20 га, может достигать 6500 т/год, из которого (при 50%-ном выходе) может быть получено дополнительно 500 т/год водорода. А с учётом водорода, выделяемого из пирогаза (80 кг/час или 596 т/год при реальном времени эксплуа-

Таблица 1. Содержание основных компонентов пирогаза при плазменной переработке ОПП различного морфологического состава по первому варианту в Комплексе ВТПК. Электрическая мощность одного плазматрона ~ 540 кВт. Производительность Комплекса ВТПК по отходам 25 000 т/год

Морфологический состав отходов, %			Плазмообр. газ CO ₂ кг/ч	Пирогаз кг/ч	H ₂ кг/ч	CO кг/ч	CH ₄ кг/ч	CO ₂ кг/ч
ТКО	ОПМ	МО						
-	50	50	1694	4632	103	2365	370	1232
50	50	-	1714	4827	109	2068	285	1406
34	33	33	1652	4618	100	1980	239	1384
62	19	19	1619	4606	97	1663	131	1510
34	47	19	1699	4741	105	2131	299	1357
34	19	47	1607	4496	94	1830	179	1413
6	47	47	1688	4630	102	2297	347	1260
54	13	33	1597	4523	94	1646	119	1495
14	53	33	1709	4713	106	2314	359	1275
54	33	13	1661	4697	102	1861	205	1454
14	33	53	1644	4538	97	2099	274	1315

ТКО – твёрдые коммунальные отходы; ОПМ – отходы полимерных материалов; МО – медицинские отходы

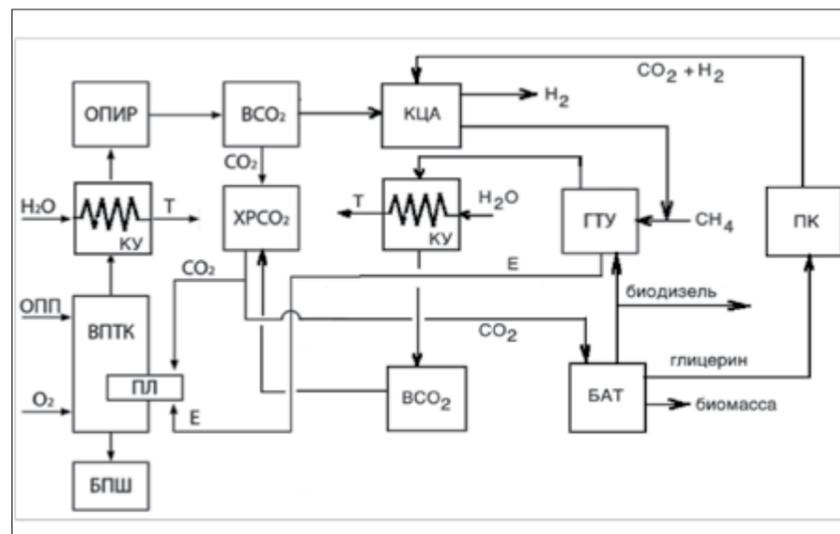


Рис. 2. Принципиальная технологическая схема второго варианта переработки ОПП в Комплексе ВТПК+БАТ. Обозначения те же, что и на рис. 1. БАТ – блок алга-технологий; ПК – паровая конверсия (глицерина)

тации Комплекса в течение года 7446 часов при годовой загрузке по времени 85%), годовая производительность по водороду в Комплексе ВТПК+БАТ может достигать более 1000 т/год. Процесс паровой каталитической конверсии глицерина может быть реализован в стандартном трубчатом реакторе с непосредственным обогревом трубного пространства реактора газообразными продуктами ГТУ.

Преимуществом второго варианта является значительное сокращение сроков окупаемости Комплекса (до 3–5 лет) и практически полное замещение природного газа вырабатываемым биодизелем. При увеличении капитальных затрат в 1,5–2 раза чистая прибыль от реализации второго варианта возрастает

более чем на порядок. Реализация второго варианта проекта является привлекательной не только с экономической, но и с экологической точки зрения – минимизируется потребление природного газа и значительно сокращаются выбросы CO_2 в атмосферу.

Третий вариант (рис. 3) предполагает получение водорода и переработку полученного в Комплексе ВТПК CO_2 без использования алга-технологий. Этот вариант (так же, как первый и второй) предусматривает выделение CO_2 из пирогаза и газообразных продуктов ГТУ и последующее разделение H_2 и CO на стадии КЦА. Выделенный CO_2 направляют на стадию углекислотного риформинга метана (УКР), где происходит дополнительное получение H_2 и CO ,

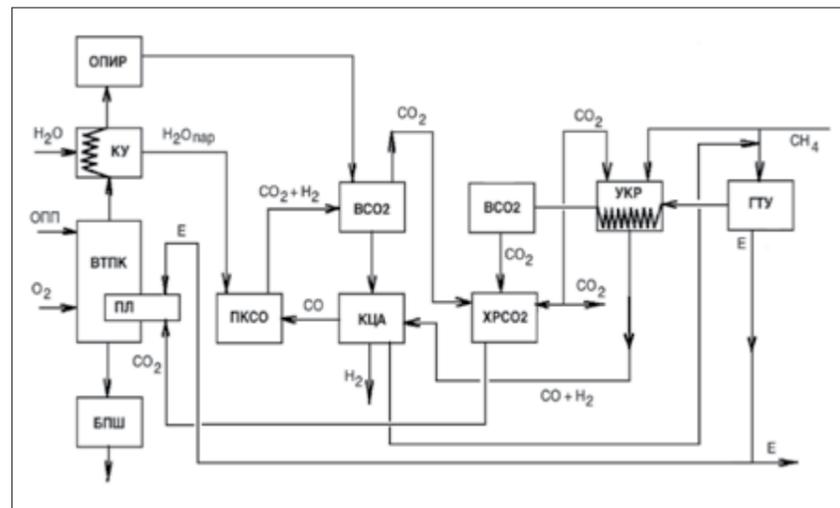


Рис. 3. Принципиальная технологическая схема третьего варианта переработки ОПП в Комплексе ВТПК. Обозначения те же, что и на рис. 1. УКР – углекислотный риформинг метана; ПКСО – паровая конверсия CO

а CO после выделения на стадии КЦА направляют на стадию паровой конверсии (ПКСО) для дополнительного получения водорода.

Вариант получения водорода в процессе плазменной переработки ОПП с включением стадий УКР метана [3] и ПКСО [4] использует наиболее тепло-содержащие газовые потоки (пирогаз и газообразные продукты ГТУ) непосредственно в самом Комплексе ВТПК для обеспечения высоких температур на стадиях УКР метана и ПКСО, тем самым значительно улучшая технико-экономические показатели процесса. Объединение КЦА, УКР метана и ПКСО в единое целое, как это показано на рис. 3, позволит значительно снизить затраты на производство водорода по сравнению с процессами электролиза воды, плазменного пиролиза метана и парового риформинга метана (последний считается наиболее дешёвым промышленным методом получения водорода) и позволит осуществить практически полную переработку пирогаза.

Получение водорода в процессе переработки ОПП с использованием предлагаемой технологии по схеме: ВТПК → выделение CO_2 → УКР метана → паровая конверсия CO в H_2 – позволяет в перспективе использовать весь полученный H_2 в газовых турбинах на метано-водородном топливе для получения энергии (электрической, тепловой) для работы самого Комплекса. Такая организация процесса позволяет создать замкнутый цикл не только по CO_2 , но и по энергоносителям, значительно снижая потребление CH_4 из внешних источников, чтократно увеличивает экологическую ценность предлагаемой технологии. В результате выделения CO_2 и его переработки по предлагаемой схеме с конверсией 90% на каждой стадии может быть дополнительно получено более 5000 кг/ч водорода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Артёмов, А.В. Переславцев, С.А. Вошинин и др. Экология промышленного производства, 2021, 2. – С. 7–12.
2. S. Adhikarri, S.D. Fernando, A. Narianto. Renewable Energy, 2009, 33. – Р. 109.
3. О.В. Крылов. Российский химический журнал, 2000, 44, 1. – С. 19–35.
4. А.Р. Дубровский, С.А. Кузнецов, Е.В. Рябов и др. Российский химический журнал, 2011, 55, 2. – С. 43–51.

Работа выполнена в рамках внутренней субсидии НИЦ «Курчатовский институт» № 1569 «Развитие гетерогенных плазменно-пучковых технологий для объёмной модификации и создания новых материалов, экологически чистой энергетики и переработки отходов». **РИ**

ОЗОНОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВЫЗОВОВ

OZONE TECHNOLOGIES: BIOMEDICAL APPLICATIONS IN MODERN CHALLENGES



Пантелеев И.В.
Panteleev I.V.



Розанов В.В.
Rozanov V.V.



Матвейчук И.В.
Matveychuk I.V.

АННОТАЦИЯ. Применение озонных технологий для эффективной стерилизации при выполнении гигиенических процедур во время пандемии для обработки помещений, поверхностей, кожных покровов, продуктов питания в промышленных и бытовых условиях открывает широкие возможности для предотвращения распространения COVID-инфекции. Авторами проанализированы и предложены возможные варианты использования современных отечественных разработок оборудования, предназначенного для применения как в бытовых, так и в производственных условиях для санитарной обработки медицинских помещений, транспортных средств (вагоны метро, поезда, автобусы, трамваи, автомобили скорой помощи, личный транспорт и проч.), индивидуального и общественного жилья, небольших магазинов и кафе, где особенно велика инфекционная нагрузка и вероятность заражения. Представлены технические характеристики и указано основное предназначение рекомендуемых устройств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: озон, озонные технологии, пандемия COVID-19, стерилизация, генераторы озона.

ABSTRACT. The use of ozone technologies for effective sterilization in hygiene procedures during a pandemic for the treatment of premises, surfaces, skin, food in industrial and domestic conditions offers great opportunities to prevent the spread of COVID-19 infection. The authors analyzed and proposed possible options for the use of modern domestic developments of equipment intended for use both in household and industrial conditions for sanitizing medical premises, vehicles (subway cars, trains, buses, trams, ambulances, personal transport, etc.), individual and public housing, small shops and cafes, where the infectious load and the likelihood of infection are especially high. The technical characteristics are presented and the main purpose of the recommended devices is indicated.

KEYWORDS: ozone, ozone technologies, COVID-19 pandemic, sterilization, ozone generators.

Современные вызовы, обусловленные появлением COVID-19 и резким ухудшением в этой связи эпидемиологической ситуации в мире, привели не только к обострению существующих, но и порождению новых проблем во всех сферах человеческой деятельности, придав этим вызовам глобальный характер.

Это привело к нарушению стабильности и нормального функционирования различных отраслей, разрушило существовавшие отношения и многолетние связи в границах мирового порядка. Такое положение следует рассматривать в качестве современного вызова интеллекту в целом и пред-

ставителям инженерного сообщества в частности, призванным реализовать имеющийся огромный научный потенциал для решения ряда актуальных медико-биологических проблем.

В начале пандемии результаты многочисленных исследований, проведённых вирусологами различных стран,

сводились к одному общему выводу: «В разгар пандемии и при отсутствии эффективного лечения или вакцины профилактические гигиенические меры – единственное спасение».

В настоящее время в России разработаны и поступили в гражданский оборот четыре вакцины, постоянно совершен-

ствуются протоколы лечения. Однако принятые ранее российскими специалистами рекомендации о соблюдении профилактических гигиенических мер не утратили своей актуальности. Это соблюдение масочного режима в общественных местах, социальная дистанция 1,5–2 метра, дезинфекция поверхностей, кожных покровов и проч. Последнее требование крайне важно, так как именно на открытых поверхностях вирус может сохраняться длительное время, представляя опасность для человека. Для эффективной дезинфекции могут применяться различные средства – от хлорной извести до банальных спиртосодержащих жидкостей. В этой связи представляется уместным и своевременным привлечение внимания к эффективному, хорошо известному, но незаслуженно забытому, как озон!

Известно, что озон – O_3 является сильнейшим природным окислителем и относится к токсичным газам при его содержании в предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны – 0,1 мг/м³ в соответствии с ГОСТ 12.1.007-76.

Однако при уменьшении дозы в 50 раз озон служит исключительно оздоравливающим средством. Одним из достоинств озона является невозможность его подделки и истечения срока действия, как у лекарственных препаратов.

Первые попытки медицинского использования озона датируются концом XIX века. Первый генератор медицинского озона был запатентован в 1896 году Николаем Тесла, который в 1910 году начал их изготовление и стал первым производителем озонированного оливкового масла. В 1899 году вышло в свет руководство по терапевтическому применению озона американского хирурга Сэмюэля Бэкуитта. В начале XX века в Монако заработала первая станция озонной очистки питьевой воды, которая обеспечивала высокую степень очистки и отсутствие остаточных канцерогенных веществ.

Широкий спектр современного медицинского использования озона. В первую очередь это травматология, ортопедия, гинекология, хирургия, ангиология, гастроэнтерология, проктология, ревматология, урология, стоматология, дерматология, косметология, аллергология [5]. В последней редакции номенклатуры медицинских услуг, утверждённой Приказом Минздрава Российской Федерации от 5 марта 2020 года № 148, раздел А20.30.024 «Озонотерапия» содержит восемь пунктов. Они включают внутривенное введение озонированного физиологического раствора, его наружное и полостное применение, ректальные инфузии газовой озон-кислородной смеси, её наружное использование

и подкожное введение наряду с малой аутогеомонозонотерапией и озонорефлексо-терапией.

По мнению автора обширного исследования по истории, методикам, специалистам в области оксидативной терапии Натаниэля Альтмана [1], «озон улучшает снабжение клеток кислородом и питательными веществами, стимулирует иммунологические, подавляя воспалительные процессы, обладает сильными бактерицидными, фунгицидными и вирусцидными свойствами, улучшает реологические характеристики крови и не оказывает побочного действия. Исходя из всего этого, озонотерапию следует считать одним из эффективных методов лечения» [5].

Разнообразны биохимические механизмы биологического действия озона. Важнейшую роль при этом играет взаимодействие озона с клеточными элементами и в первую очередь с плазматическими мембранами, где происходит его электрофильное присоединение к двойной связи С=С ненасыщенных жирных кислот [5]. Озон, попадая в кровь, связывается с эритроцитами, присоединяясь к этой двойной связи и образуя долгоживущее устойчивое соединение. Результатом этого является увеличение эластичности мембраны эритроцита и постоянное стимулирование усиленной отдачи кислорода тканям, испытывающим кислородное голодание, то есть улучшение реологических свойств крови и усиленное питание кислородом органов и тканей. Это является важным при COVID-инфекции.

Ряд исследователей отмечают ярко выраженный дезинтоксикационный эффект озонотерапии. Описаны противовоспалительный, сосудорасширяющий и обезболивающий эффекты озона, его выраженные иммуномодулирующие свойства, эффективное улучшение процессов микроциркуляции крови, модуляция окислительно-восстановительного гомеостаза. Особый интерес представляют исследования последних десятилетий, направленные на изучение высокой антиканцерогенной активности озона.

Особо следует отметить высокую эффективность озонотерапии [9], которая характеризуется рядом достоинств как самого процесса, так и метода:

- низкотемпературный режим;
- короткая экспозиция;
- глубокое проникновение озона в материал;
- возможность стерилизации термолабильных изделий;
- применимость стерилизационных камер больших объёмов;
- не обладает токсичностью;
- безопасен для окружающей среды.

В отношении последнего свойства важно отметить, что в 2001 году FDA (Федеральное управление по контролю за пищевыми продуктами и лекарственными средствами – США) официально удостоило озон статуса GRAS (признанный безвредным), которым маркируются лекарства и пищевые продукты.

Озон известен как эффективный окислитель, способный уничтожать множество видов бактерий, вирусов, токсинов. Он окисляет фенолы, пестициды, действуя быстрее и эффективнее хлора, способен поражать такие опасные микроорганизмы, как *Escherichia coli*, *Streptococcus fecalis*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Bacillus megaterium* (споры), *Cryptosporidium parvum*, *Endamoeba histolytica*, *Listeria*, *Giardi* и некоторые другие.

Следует отметить, что его бактерицидное действие начинает проявляться при низких концентрациях в дезинфицирующем растворе – всего несколько микрограмм на литр воды. Озон способен эффективно воздействовать на патогены даже в спорной форме, что не всегда достигается при воздействии радиации.

Отмеченные уникальные бактерицидные свойства озона подтверждают возможность и необходимость его использования при выполнении гигиенических процедур во время пандемии для обработки помещений, поверхностей, кожных покровов, продуктов питания в промышленных и бытовых условиях для предотвращения распространения COVID-инфекции.

Простейший набор оборудования, состоящий из концентратора кислорода и генератора озона, может быть эффективно использован для приготовления озонированной воды даже в домашних условиях (фото 1), что может быть практически реализовано с применением такого «бытового» комплекта в составе концентратора кислорода HG3-W (Китай) и генератора озона (Россия, г. Киров, завод «Лепсе»). Озонирование воды в пластиковой бутылке осуществляется путём насыщения при пропускании через неё газообразной озон-кислородной смеси. Смесь формируется с использованием генератора озона, на вход которого подаётся кислород, выделяемый из воздуха с помощью концентратора кислорода (концентрация кислорода на выходе – 95%). Генератор озона производит озон-кислородную смесь с концентрацией озона 6–8 мг/л. Озон-кислородная смесь подаётся через специальную насадку для озонирования жидкостей по трубке с керамическим наконечником-распределителем в придонную область сосуда объёмом 1 л. В процессе осуществляемого барбатирования часть озона растворяется в воде, оставшийся свободный озон через специальный па-



Фото 1. Комплект оборудования для приготовления озонированной воды

трубок в крышке выводится из сосуда и утилизируется деструктором. Процесс озонирования продолжается в течение 30–40 минут. Затем полученная озонированная вода сразу используется, так как концентрация содержащегося в ней озона и эффективность воздействия со временем может снижаться.

Регулярное использование озонированной воды в гигиенических целях – для мытья рук, посуды, столовых приборов, овощей и фруктов, мяса, рыбы и других продуктов максимально снижает жизнеспособность опасных вирусов (проверено на опыте работы точек общественного питания, ресторанов и кафе).

Известна высокая эффективность использования газообразного озона как дезинфектанта для очистки воздуха и различных поверхностей в помещениях от вирусов, бактерий, спор, грибов, пылевых клещей и др. При этом – как побочный эффект – происходит нейтрализация неприятных запахов, а в результате прямого эффекта достигается продление сроков хранения пищевых продуктов, фармацевтического сырья, сельскохозяйственной продукции, семенного фонда.

В настоящее время для этих целей используются установки разной мощности и производительности. Но исходя из актуальности разработки эффективных мероприятий по снижению распространения COVID-19, целесообразно акцентировать внимание на аппаратах и устройствах (причём в первую очередь отечественного производства), для озонотерапии небольших помещений – больничных палат, кабинетов в поликлиниках, транспортных средств (вагоны метро, поезда, автобусы, трамваи, автомобили скорой помощи, личный транспорт и проч.), небольшие магазины, точки питания, а также индивидуальное жильё – квартиры и

частные дома. В них особенно велика инфекционная нагрузка и вероятность заражения.

Внешний вид одного из таких эффективных устройств представлен на фото 2. Эта разработка создана при участии одного из авторов статьи – И.В. Пантелева в сотрудничестве с коллегами: д.т.н., профессором В.И. Пантелевым и к.т.н. Ю.В. Кротовым. Первый вариант устройства, в основе конструкции которого – защищённый патентом Российской Федерации [7] оригинальный трубчатый озонатор, был удостоен специального диплома и бронзовой медали на VIII Московском международном салоне инноваций и инвестиций (Москва, март 2008 г.). В современном варианте «пушка озонная» (фото 2) представляет собой переносное устройство в форме цилиндра переменного диаметра общей длиной 80 см и массой не более 7 кг.



Фото 2. «Пушка озонная» для дезинфекции, дезинсекции и дезодорации помещений

Озонатор в режиме максимальной производительности генерирует непосредственно из кислорода воздуха озон с производительностью до 20 г/ч. При использовании в домашних условиях прибору требуется от 10 до 30 минут непрерывной работы для полного озонирования помещения в зависимости от его объёма. Такое же время обычно необходимо и для других перечисленных выше объектов. После обработки достаточно проветрить помещение либо не входить в него некоторое время – озон быстро распадается, не оставляя никаких канцерогенных соединений. Представленная установка сертифицирована, её промышленное производство осуществляется на базе ООО «ЛЕПСЕ-ТРЕЙД» (г. Киров).

В медико-биологических приложениях используются генераторы медицинского озона для проведения большой и малой аутогемотерапии в условиях медицинского учреждения, подкожных инъекций, выполняемых как в терапевтических, так и в косметологических целях, автономные портативные комплексы для озонотерапии ран в

полевых условиях и при возникновении чрезвычайных ситуаций (фото 3). Технические характеристики одного из таких комплексов портативного оборудования: концентрация озона – до 50 мг/л, погрешность измерения концентрации озона – не более 10%, расход кислорода – 0,5 л/мин, ёмкость баллона – 1 л, запас кислорода – 200 л (на 400 мин работы), источник питания – сеть 220 В (или аккумулятор 12 В), габаритные размеры – 350x220x110 мм, масса – 4,5 кг.



Фото 3. Переносной кабинет озонотерапии на базе генератора ОЗОН М-50

Одна из последних модификаций медицинского генератора озона представлена на фото 4. Такой генератор производит озон-кислородную смесь с концентрацией озона на выходе от 0 до 30 мг/л. Синтезатор озона А-с-ГОКСФ-5-04-«ОЗОН» внесён в Государственный реестр изделий медицинского назначения и медицинской техники.

Вырабатываемая им озон-кислородная смесь предназначена для проведения процедур озонотерапии. Двухстрочный жидкокристаллический дисплей позволяет получать информацию об установленном режиме работы, расходе кислорода, продолжительности воздействия, концентрации озона в озон-кислородной смеси на выходе. Прибор снабжён клапаном для забора озона



Фото 4. Внешний вид синтезатора озона А-с-ГОКСФ-5-04-«ОЗОН»

в шприц, деструктором для нейтрализации остаточного озона.

Озон может использоваться не только как мощный дезинфектант для помещений, включая больничные палаты, смотровые, перевязочные, процедурные и проч., но и для медицинской одежды, принадлежностей, инструментария, биоимплантатов, других изделий и объектов биомедицинского назначения.

Представляет интерес одна из последних разработок-модификаций (фото 5). Это автоматизированный аппарат для озонной стерилизации объектов биомедицинского назначения. Он позволяет оптимизировать процесс озонной стерилизации, автоматизировать выбор параметров режима озонного воздействия, чтобы минимизировать расход и воздействие озона, снизить временные и энергозатраты, не влияя на качество озонной стерилизации.

Известные способы и устройства для газовой стерилизации медицинского инструментария (например, «Орион-СИЗ, Москва; МЭЛП, Санкт-Петербург и др.), образцов биотканей, биоимплантатов работают в соответствии с заранее заданным режимом обработки. Его параметры – концентрация реагентов, продолжительность обработки и др. – устанавливаются на основе предварительных экспериментов, которые должны учитывать ряд факторов, включая особенности обрабатываемых объектов, виды и степень их обсеменённости, режимы температур, влажности, время обработки и прочее.



Фото 5. Автоматизированный синтезатор озона

Созданное и запатентованное устройство [8] позволяет учитывать перечисленные факторы. Оно автоматически отключается, когда достигается требуемый уровень подавления патогенов через контроль уровня расхода рабочей озон-кислородной смеси с учётом скорости естественной диссоциации молекул озона.

Первоначально данная разработка предназначалась для стерилизации биоимплантатов. Следует подчеркнуть, что это направление в условиях пандемии COVID-19 приобрело особую актуаль-

ность в связи с необходимостью выполнения высокотехнологичных операций в биоимплантологии даже в создавшейся сложной эпидемиологической ситуации, при которой возрастают требования не только к стерильности применяемых биоимплантатов, но и условиям окружающей среды в помещениях медицинских учреждений. Важно отметить, что технологии стерилизации биоимплантатов с использованием озона, в том числе и комбинации с радиационной обработкой [6], оказались эффективными и перспективными при изготовлении костных имплантатов с различным композиционным составом [2–4].

Однако опыт проведённых работ показал, что такое устройство может найти более широкое применение в качестве автономного стерилизатора для обработки любых предметов и изделий биомедицинского назначения (включая инструментарий, перевязочный материал и др.) в условиях поликлиники, лаборатории, стоматологического кабинета. К настоящему времени в России и ряде других стран создано много разнообразного оборудования для озонной обработки производственных и бытовых помещений. В представленном материале перечислены лишь некоторые разработки, доведённые до промышленного производства, отличающиеся высокими потребительскими качествами, заслуживающие особого внимания в период пандемии коронавируса и всё ещё недостаточно востребованные на практике. Между тем реализованные в них технические решения, в основе которых лежат уникальные бактерицидные свойства озон-кислородных смесей, могут помочь в решении важнейшей задачи – обеспечения профилактических гигиенических мероприятий по предотвращению распространения коронавирусной инфекции. Широкий спектр аппаратов для производственного и медицинского применения озона выпускается отечественными производителями в Санкт-Петербурге, Москве, Нижнем Новгороде, Сарове, Перми, Кирове, Новосибирске, Казани и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор адекватной технологии эффективной стерилизации при выполнении гигиенических процедур во время пандемии для обработки помещений, поверхностей, кожных покровов, продуктов питания в промышленных и бытовых условиях для предотвращения распространения COVID-инфекции является актуальной медицинской и социально-экономической задачей.

Одним из возможных путей её решения является применение для этих целей уникальных свойств озон-кислородных

смесей, для выработки которых в настоящее время создано большое количество образцов современного отечественного оборудования, производство и практическое использование которого как в бытовых, так и в производственных целях нуждается в расширении и всесторонней поддержке.

Публикация подготовлена в рамках государственного задания ААА-А-А20-120061890024-5 и при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтман Н. Кислород по рецепту / пер. с англ. О.Г. Белошеев. – Минск: «Попурри». 2009. – 464 с.
2. Литвинов Ю.Ю., Быков В.А., Сидельников Н.И., Матвейчук И.В., Розанов В.В., Краснов В.В. Способ получения биоимплантата на основе стерильного деорганифицированного костного матрикса // Патент РФ № 2708235 С1 от 05.12.2019 г.
3. Литвинов Ю.Ю., Быков В.А., Сидельников Н.И., Матвейчук И.В., Розанов В.В., Краснов В.В. Способ получения костного имплантата на основе стерильного деминерализованного костного матрикса // Патент РФ № 2679121 от 06.02.2019 г.
4. Литвинов Ю.Ю., Матвейчук И.В., Розанов В.В., Быков В.А., Сидельников Н.И., Краснов В.В. Способ получения костного имплантата с деминерализованным поверхностным слоем // Патент РФ RU 2 732 427 С1 от 16.09.2020 г.
5. Масленников О.В., Конторщикова К.Н., Шахов Б.Е. Руководство по озонотерапии. – Н. Новгород: Издательство «Исток», 2015. – 346 с.
6. Матвейчук И.В., Розанов В.В., Гордонина И.К., Никитина З.К., Сидельников Н.И., Литвинов Ю.Ю., Николаева А.А., Черняев А.П., Пантелеев И.В. Комбинированный способ стерилизации костных имплантатов // Патент РФ № 2630464 от 08.09.2017 г.
7. Пантелеев В.И., Кротов Ю.В. Трубчатый озонатор. Патент РФ № 2326812 от 24.11.2006 г.
8. Пантелеев И.В., Розанов В.В., Матвейчук И.В., Бахтин Н.А., Журнаков Е.А., Сидельников Н.И. Установка для стерилизации биоматериалов. – Патент РФ № 180532 от 15 июня 2018 г.
9. Пантелеев В.И., Розанов В.В., Матвейчук И.В., Лекишвили М.В., Сысоев Н.Н., Шутеев С.А., Альков С.В., Андреева Т.М. Медицинские озонные технологии. Новые задачи, возможности, оборудование. Биомедицинская радиоэлектроника. – 2013. № 2. – С. 3–11.

УДК 691.05.23.01

КОМБИНИРОВАННЫЕ ВИБРОПОГЛОЩАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ

COMBINED VIBRATION ABSORPTIONS COATINGS

Василий Черкасов, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная механика» Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва

Vasily Cherkasov, doctor of Sciences, Professor, Head of the department «Applied mechanics» National Research Mordov State University them. N.P. Ogareva

Дмитрий Черкасов, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Прикладная механика» Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва

Dmitry Cherkasov, candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the department «Applied mechanics» National Research Mordov State University them. N.P. Ogareva

Максим Тюрязкин, магистр кафедры «Прикладная механика» Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва

Maxim Tyuryakin, master of Science of the department «Applied mechanics» National Research Mordov State University them. N.P. Ogareva

АННОТАЦИЯ. Разработаны комбинированные вибропоглощающие покрытия. Приведены данные о их демпфирующих свойствах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вибропоглощающие покрытия, прокладка, вставка, демпфирующие свойства.

ABSTRACT. Combined vibration-absorbing coatings have been developed. Data on their damping properties are given.

KEYWORDS: vibration-absorbing coatings, gasket, insert, damping properties.

Для борьбы с вибрацией широкое применение нашли вибропоглощающие покрытия [1, 3, 4]. Из всех видов вибропоглощающих покрытий наибольшее распространение получили армированные покрытия [1, 4].

Поглощение вибрационной энергии в армированном покрытии обусловлено деформацией сдвига в вязкоупругом слое [1, 2]. В связи с этим наиболее интенсивные деформации сдвига можно получить за счёт отнесения от нейтральной оси на определенное расстояние вязкоупругого слоя. Для этого между демпфируемой пластиной и покрытием устанавливают прокладку из лёгкого и жёсткого материала (рис. 1, 2). В качестве прокладки используют экструзионный пенополистирол.

Таким образом, одним из перспективных направлений повышения эффективности вибропоглощающего покрытия является установление в его конструкции прокладки из лёгкого и жёсткого материала.

Задачи проводимого исследования:

- 1) изучить влияние толщины прокладки на вибропоглощающие свойства покрытия;
- 2) установить зависимость вибропоглощающих свойств покрытия с прокладкой от частоты колебаний.

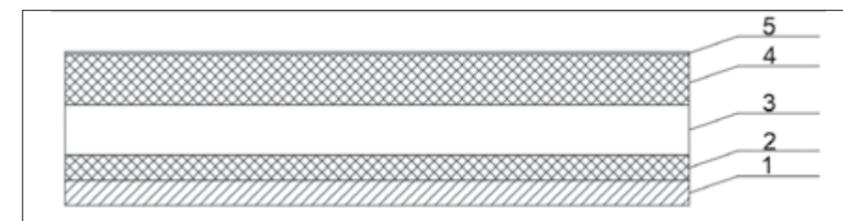


Рис. 1. Комбинированное вибропоглощающее покрытие: 1 – демпфируемая пластина, 2 – вязкоупругий слой толщиной 1 мм, 3 – прокладка из экструзионного пенополистирола, 4 – вязкоупругий слой, 5 – алюминиевая фольга

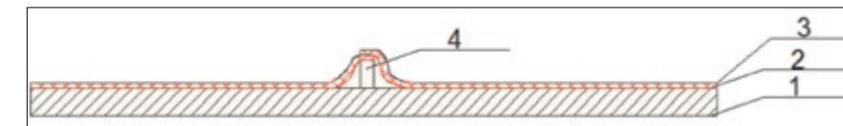


Рис. 2. Комбинированное вибропоглощающее покрытие: 1 – демпфируемая пластина, 2 – вязкоупругий слой толщиной 1 мм, 3 – алюминиевая фольга, 4 – вставка из экструзионного пенополистирола

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для решения поставленных задач в качестве объекта исследований были изготовлены образцы из стального листа толщиной 1 мм, шириной 20 мм и длиной 250 мм, покрытых через прокладку из

экструзионного пенопласта толщиной 1, 2, 4, 6 мм. Толщина вибропоглощающего покрытия на прокладке составляла 2 мм. Вязкоупругий слой – это смесь двух материалов (бутилкаучук БК-1675Н ТУ 2294-034-05766801-2002 и битум БН

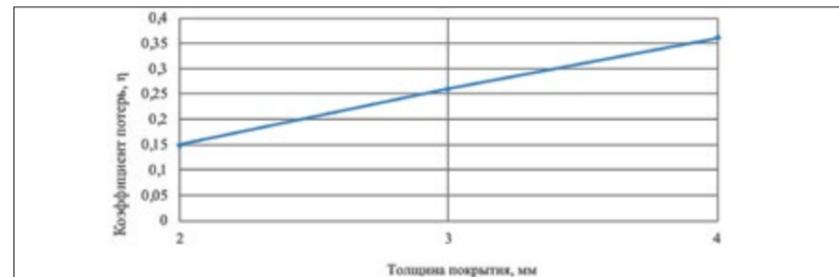


Рис. 3. Зависимость коэффициента потерь армированного покрытия от толщины вязкого слоя

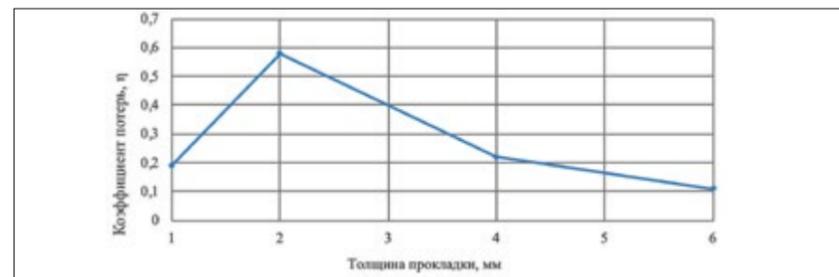


Рис. 4. Зависимость коэффициента потерь комбинированного покрытия от толщины прокладки

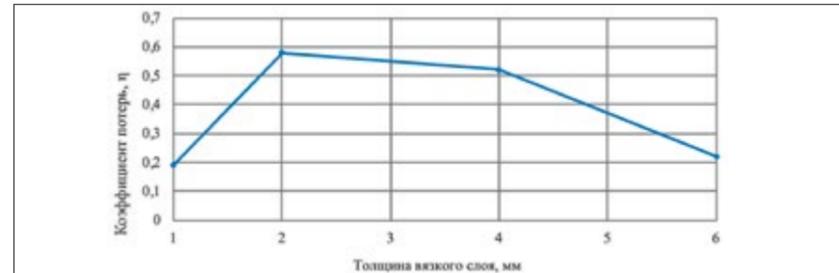


Рис. 5. Зависимость коэффициента потерь комбинированного покрытия от толщины вязкого слоя при толщине прокладки 2 мм

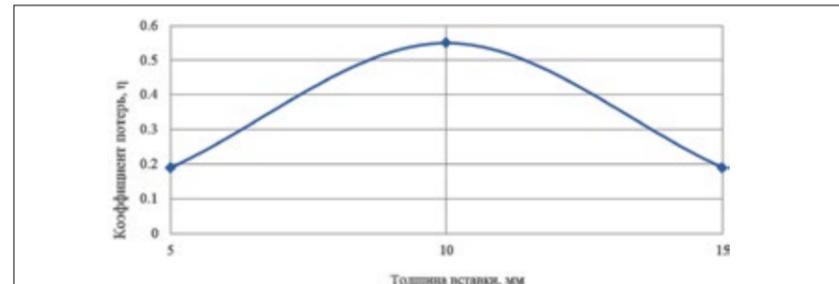


Рис. 6. Влияние высоты вставки в комбинированном покрытии на коэффициент потерь

90/10 ГОСТ 6617-76), пластифицированная индустриальным маслом И-20АГОСТ 20799-88. Коэффициент потерь материала определяли резонансным методом по ГОСТ 19873-74 на установке Brael&Kjaer 08-13-10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В комбинированных покрытиях с прокладкой вибропоглощающие свойства покрытия зависят от толщины прокладки. В связи с этим проведены исследования влияния толщины прокладки на вибропоглощающие свойства покрытия. Толщина прокладки принималась 1, 2, 4, 6 мм. Результаты исследований приведены на рис. 4–6. Как видно из рисунка, наибольшие потери в комбинированном

покрытии наблюдаются при толщине прокладки 2 мм. Это вызвано тем, что увеличиваются деформации в вязком слое. Дальнейшее увеличение толщины прокладки приводит к снижению демпфирующих свойств покрытия (рис. 4). Это вызвано тем, что при увеличении толщины прокладки происходит смещение нейтральной оси покрытия в прокладку. В результате этого снижаются деформации в вязком слое.

Армированное покрытие толщиной 2 мм имеет коэффициент потерь $\eta=0,2$. За счёт установки прокладки из лёгкого и жёсткого материала между демпфируемой пластиной и армированным покрытием толщиной 2 мм коэффициент потерь комбинированного покрытия составил

$\eta=0,58$. Таким образом, установка в покрытие прокладки толщиной 2 мм позволила увеличить демпфирующие свойства покрытия в 2,9 раза.

Исследовано влияние толщины вязкого слоя над прокладкой на величину коэффициента потерь комбинированного покрытия (рис. 5). Установлено, что наиболее эффективная толщина вязкого слоя – 2 мм (рис. 5). Дальнейшее увеличение толщины вязкого слоя становится малоэффективным.

Второй тип комбинированного покрытия представляет собой армированное покрытие со вставкой различной высоты (рис. 2). Вставка увеличивает величину сдвигающих деформаций в вязком слое. Высота вставки была 5, 10, 15 мм. Результаты исследования влияния высоты вставки на демпфирующие свойства покрытия представлены на рис. 6. В результате проведенных исследований установлено, что наиболее оптимальная высота вставки – 10 мм. При такой высоте вставки коэффициент потерь покрытия увеличился с 0,2 до 0,55, то есть в 2,75 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров А.С. Вибропоглощение на судах / А.С. Никифоров. – Л.: Судостроение, 1979. – 184 с.
2. Борисов Л.П. О критериях оценки эффективности вибропоглощающих покрытий / Л.П. Борисов, Б.А. Канаев, С.А. Рыбак и др. // Акустический журнал. – 1977. – т. XXIII – № 3. – С. 384–389
3. Николаев А.Ф. Вибропоглощающие полимерные материалы / А.Ф. Николаев, Н.И. Дувакина, Т.А. Александрова // Пластические массы – 1989. – № 11. – С. 40–42.
4. Чернышёв В.М. Демпфирование колебаний механических систем покрытиями из полимерных материалов / В.М. Чернышёв. Отв. ред. А.А. Гусаров, Ин-т машиноведения. – М.: Наука, 2004. – 288 с.

REFERENCES

1. Nikiforov A.S. Vibration absorption on ships / A.S. Nikiforov. – L.: Shipbuilding, 1979 – 184 p.
2. Borisov L.P. On the criteria for assessing the effectiveness of vibration-absorbing coatings / L.P. Borisov, B.A. Kanaev, S.A. Rybak et al. // Acoustic journal. – 1977. – v. XXIII – № 3. – p. 384 – 389
3. Nikolaev A.F. Vibration-absorbing polymeric materials / A.F. Nikolaev, № I. Duvakina, T.A. Alexandrova // Plastics - 1989. – № 11. – from. 40 – 42
4. Chernyshev V.M. Damping of vibrations of mechanical systems with coatings from polymeric materials / V.M. Chernyshev; Resp. ed. A.A. Gusarov, Institute of Mechanical Engineering. – M.: Nauka, 2004 – 288 p.

PII

THE FUTURE OF THE AEROSPACE INDUSTRY



14-18 NOVEMBER 2021

DWC, DUBAI AIRSHOW SITE

Follow us on: [f](#) | [in](#) | [@](#) | [#DubaiAirshow](#)



REGISTRATION IS NOW OPEN!

Register Today:
www.dubaiirshow.aero

EXPERIENCE 5 DAYS OF WORLD-CLASS AIRCRAFT DISPLAY | 300+ MILITARY DELEGATIONS | 9 CONFERENCE TRACKS | 50+ HOURS OF CONTENT SESSIONS
A BRAND-NEW STARTUP HUB - VISTA | INTELLIGENT ENHANCED NETWORKING ONLY AT DUBAI AIRSHOW 2021

Supported by:



**XXV Московский международный Салон
изобретений и инновационных технологий**

www.archimedes.ru



АРХИМЕД

29 - 31 марта 2022

КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА:

**Международная выставка
изобретений, новых продуктов
и услуг**

**Презентация
высокотехнологичных проектов**

**Международная выставка
товарных знаков
«Товарный знак - Лидер»**

**Международная научно-
практическая конференция
«Актуальные вопросы
изобретательской,
и патентно- лицензионной
деятельности»**



Заявки на участие принимаются до 1 марта 2022 года

**105187, г.Москва, ул.Щербаковская, д.53, к.В,
ООО "АрхимедЭкспо",
Телефон/факс: +7(495) 366-14-65, +7(495) 366-03-44
e-mail: mail@archimedes.ru www.archimedes.ru**