

# РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№ 03 (60)

сентябрь 2018



Московская Конфедерация  
промышленников  
и предпринимателей  
(работодателей)

12+

ISSN 2074-9252  
0 977207 492528



**КАК ВЕРНУТЬ ИНЖЕНЕРА:**  
Опыт кадровой работы  
машиностроительного кластера  
Республики Татарстан

**ФОРУМ В УЛЬЯНОВСКЕ:**  
«Инженеры будущего» в восьмой раз  
собрали лучших из лучших

**ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ПРАВО:**  
Рациональное и эффективное  
использование объектов  
интеллектуальной собственности



**БЕЗ ВИБРАЦИЙ И ШУМА:**  
В ЦНИИчермет разработали  
высокодемпфирующую сталь

**ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВОЕ РЕШЕНИЕ:**  
Инженеры ищут более совершенную  
модель ветроустановки



## МОСКВА ВЫРАЩИВАЕТ КЛЮЧЕВЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ИННОВАЦИИ

# X Международный форум поставщиков атомной отрасли

13–15 ноября • Москва, комплекс «Гостиный Двор»



атомекс  
2018

Международный форум «АТОМЕКС» – уникальная бизнес-площадка, предоставляющая возможность прямого диалога поставщиков и заказчиков атомной отрасли

- продемонстрируйте целевой аудитории продукцию и услуги вашей организации
- установите прямые контакты на уровне лиц, принимающих решение о закупках
- расширьте круг потенциальных клиентов и заказчиков
- проведите целевые переговоры с основными заказчиками атомной отрасли

Организатор



РОСАТОМ

Оператор форума – ООО «Атомэкспо»



+7 499 922 89 95

atomeks@atomexpo.com

www.atomeks.ru

Atomex



МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ САЛОН  
ИЗОБРЕТЕНИЙ И ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



# АРХИМЕД

с **26** по **29**  
**МАРТА 2019**

Москва, Россия,  
Конгрессно-выставочный  
центр «Сокольники»,  
павильон N 2



- Конкурсная программа
- Презентация высокотехнологичных проектов
- Международная выставка товарных знаков «Товарный знак – Лидер»
- Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы изобретательской и патентно-лицензионной деятельности»
- Международная выставка изобретений, новых продуктов и услуг

Заявки на участие принимаются до 20 февраля 2019 года  
105187, г. Москва, ул. Щербаковская, д.53, к.В,  
000 «АрхимедЭкспо», e-mail: mail@archimedes.ru  
Телефон/факс: +7(495) 366-14-65, +7(495) 366-03-44  
www.archimedes.ru





## КОРОТКО



Универсальный пластик для 3D-принтеров .....	4
Миллиард на «Кванториумы» .....	4
Конгресс инженеров .....	5
Перспективные аддитивные .....	5
«Витрина проектов» .....	6
Двухлучевая лазерная сварка .....	6
«Промышленный технопарк» в законе .....	6

## СТРАТЕГИИ

Как вернуть инженера на родину .....	7
--------------------------------------	---

## ПЕРСПЕКТИВЫ



Шанс для резкого старта .....	12
Беспилотники разного калибра .....	15

## ПОЗИЦИЯ

Об истории исключительного права .....	19
--	----

## ДИСКУССИЯ

Сервисам не хватает инженеров .....	21
-------------------------------------	----

## ДОСТИЖЕНИЯ



По замкнутому циклу .....	25
Резонаторы в «миниатюре» .....	27

## РАЗРАБОТКИ



Без вибраций и шума .....	29
Инновационная вертикально-осевая .....	32
Школьница ПРЕДСТАВИЛА на Intel ISEF нефтяной «пылесос» .....	34

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Художественные техники в архитектурной графике .....	36
Пути повышения эффективности силовой установки газотурбовоза .....	40



Мехатронный узел и каркас адаптивного крыла .....	44
---	----

# РУССКИЙ ИНЖЕНЕР • RUSSIAN ENGINEER

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

**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» включен в Перечень рецензируемых научных изданий (№ 1961 в Перечне), в которых публикуются основные результаты диссертаций на соискание ученой 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

**Бекишев Анатолий Тимофеевич**, доктор технических наук, профессор, генеральный директор – генеральный конструктор ОАО «Научно-производственное предприятие «САЛЮТ»

**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 «ЭККОС»

**Кошкин Валерий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Севастопольского государственного университета, почетный 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. Огарева

**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

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

**Юдкин Владимир Федорович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь ИМАШ РАН, и.о. заместителя научного руководителя института

## Номер подготовлен совместно с «Объединенной промышленной редакцией»:

Генеральный директор: В.В. Стольников

Исполнительный директор: Е.В. Стольникова

Заместитель генерального директора: Н.Е. Можаява

Главный художник: А.Н. Зиновьев

Дизайнер-верстальщик: С.В. Селиверстова

Корректор: Т.М. Логачева

## 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@pressmk.ru

mail@russianengineer.ru

www.pressmk.ru

www.russianengineer.ru

Подписной индекс 84410 в объединенном

каталоге «Пресса России», том 1

## Номер отпечатан в типографии

ООО «Объединенная 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», 2018

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПЛАСТИК ДЛЯ 3D-ПРИНТЕРОВ

*Резидент столичного технопарка «Калибр» создал универсальный PLA-пластик, который подходит для любого 3D-принтера. У этой разработки нет российских и зарубежных аналогов: раньше на рынке были представлены материалы, которые при нагревании до 40–50 градусов становились липкими и могли создавать проблемы при печати.*

Председатель совета директоров технопарка «Калибр» Михаил Коган рассказал: «PLA-пластик – биоразлагаемый и термопластичный полиэфир, который производят из сельскохозяйственной продукции, например картофеля или кукурузы. Он нетоксичен и легко утилизируется, а потому очень востребован. Преимущество пластика нашего резидента не только в том, что он универсальный. Прежние виды пластика становились излишне мягкими и липкими при нагревании до 40–50 градусов. Разогретый материал прилипал к металлу и мог закупорить печатающее устройство принтера. В «Калибре» изменили свойства пластика: он стал более термостойким, не липнет при указанной температуре и не забивает детали машины».



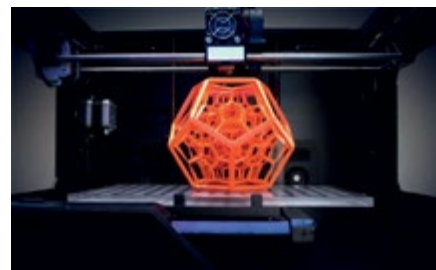
Свойства пластика удалось изменить благодаря строгим условиям сушки сырья, а также нескольким этапам нагрева и резкого охлаждения материала.

Универсальный пластик применяют в образовательных учреждениях – школьники и студенты с его помощью учатся пользоваться технологиями 3D-печати. Кроме того, благодаря своей неприхотливости материал используется в конструкторских бюро, мастерских для производства демонстрационных макетов и прототипов.

До сих пор проблему универсальности материала пытались решить производители в США, Европе и Азии, но эффективное решение московские разработчики предложили первыми.

Объем первой партии нового пластика составил две тонны – 1,5 тонны уже передали дистрибьюторам в Москве и Санкт-Петербурге, а также в странах Евросоюза (например, в Германии).

Напомним, что в Москве функционируют 40 промышленных комплексов и 33 технопарка. Их резиденты разрабатывают и применяют современные технологии в разных областях – от создания транспорта будущего до производства обуви. Например, на территории «Калибра» работает полигон для испытания беспилотных автомобилей и автобусов. Трасса длиной 400 метров воспроизводит городскую среду: на ней есть автобусные остановки, пешеходные переходы, дорожные



знаки, разметка и участок с круговым движением.

В технопарке «Строгино» разработали инновационный аппарат для лечения ран. Он позволяет увеличить скорость заживления в три-четыре раза. А резидент технопарка «Нагатино» создал антивандальное и водоотталкивающее покрытие для мостов, транспорта и жилых домов. Оно защищает от влияния погодных условий. Кроме того, на поверхности с таким покрытием невозможно, например, наклеить рекламное объявление или нарисовать граффити.

Городские меры поддержки технопарков включают льготы по уплате налога на прибыль, земельного налога и налога на имущество, а также уменьшение ставок арендной платы за землю. В результате общее снижение налоговой нагрузки для технопарков может достигать 25%. **РИ**

## МИЛЛИАРД НА «КВАНТОРИУМЫ»

*Правительство РФ распределило 870 млн рублей на создание детских технопарков «Кванториум» в 12 регионах России. Средства из федерального бюджета получили Республики Ингушетия и Крым, Камчатский край, Амурская, Иркутская, Калужская, Кемеровская, Кировская, Курская, Псковская, Ростовская и Тверская области. Соответствующее распоряжение опубликовано на сайте правительства.*

В документе говорится, что планируемое количество детей в каждом создаваемом в 2018 году детском технопарке составит не менее 800 человек на постоянной основе и около трех тысяч участников различных мероприятий.

Перечень получателей субсидий из федерального бюджета на создание «Кванториумов» определен по итогам отбора, проведенного Минобрнауки России. Ингушетия, Крым, Камчатка и Кировская область получили почти по 79 млн рублей, Псковская область – 77,3 млн рублей, Курская и Ростовская

области – по 72,3 млн рублей, Амурская область – 70,6 млн рублей, Тверская область – 69,8 млн рублей, Кемеровская область – около 69 млн рублей, Иркутская область – 65,6 млн рублей, Калужская область – 57,3 млн рублей.

Бюджетные средства на создание в регионах России детских технопарков «Кванториум» в размере 1 млрд рублей выделены в 2018 году в рамках реализации Национальной технологической инициативы (НТИ). 870 млн рублей направлены на предоставление межбюджетных трансфертов, еще 130 млн рублей – на организационно-техническое



обеспечение таких проектов. Напомним, детские технопарки «Кванториум» создаются в рамках приоритетного проекта «Доступное дополнительное образование для детей» государственной программы «Развитие образования». В соответствии с приоритетным проектом до 2021 года в регионах России на условиях софинансирования из федерального бюджета должны быть созданы 85 детских технопарков, в том числе до конца 2018 года – не менее 58 детских технопарков. На 1 января 2018 года создан 51 детский технопарк в 37 субъектах РФ. **РИ**



## КОНГРЕСС ИНЖЕНЕРОВ

*В инженерной столице Дальнего Востока – Комсомольске-на-Амуре состоялся II Общероссийский конгресс инженеров «Наука – Инженер – Промышленность», в котором участвовали около 700 специалистов инженерного дела, молодых ученых, изобретателей, представителей органов власти, госкорпораций, промышленных предприятий из разных регионов России.*

**П**ервый заместитель генерального директора, главный инженер Агентства по технологическому развитию Вадим Куликов выступил в качестве модератора пленарного заседания, открыл которое губернатор Хабаровского края Вячеслав Шпорт.

«Комсомольск-на-Амуре сегодня приобрел статус города президентского внимания, в нем построена первая в России Инженерная школа, и ученики этого заведения должны понимать, что именно инженеры создали их смартфоны и компьютеры. Площадки конгресса созданы и работают для обсуждения и дискуссий, форум за несколько лет приобрел серьезный уровень, что помогло увеличить конкурс на инженерные специальности в университетах края за последние годы в 1,5 раза», – подчеркнул губернатор.

Эксперты конгресса дискутировали о проблемах бережливого производства и внедрения рационализаторских предложений и изобретений, использования в производстве передовых робототехнических комплексов, появления новых профессий и развития инженерного образования.

Рассказывая о трансфере технологий в современных российских реалиях, Вадим Куликов отметил, что «не надо делить технологии на «наши» и «не наши» – эти практики должны быть у нас в России. Наши супердженеты должны быть самыми технологичными и экономичными, то же самое касается судостроения, обрабатывающей промышленности и сельского хозяйства. Наша задача как Агентства – смотреть на все, что есть в мире. Мы предоставляем возможность российским компаниям иметь доступ к лучшим технологиям, но таких



технологий становится все больше внутри России – для этого работают университеты и кафедры».

В этом году тематика конгресса была разделена на два основных блока: «Промышленность» и «Образование». Для участников провели выставку ведущих предприятий и организаций Хабаровского края, в рамках круглых столов и форумов прошли обсуждения на темы трансфера технологий, цифровой экономики, беспилотной авиации.

Напомним, инициатором проведения первого Дальневосточного конгресса инженеров в Комсомольске в 2013 году стал губернатор Вячеслав Шпорт. Региональная дискуссионная площадка доказала свою необходимость и полезность в 2015 и 2016 годах, после чего ее статус был повышен до федеральной. **РИ**

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АДДИТИВНЫЕ

*На базе ММП имени В.В. Чернышева три холдинга ГК «Ростех – «Вертолеты России», «Технодинамика» и КРЭТ – совместно создадут Центр аддитивных технологий (ЦАТ). Главной задачей центра станет внедрение промышленной 3D-печати в высокотехнологичных отраслях промышленности. Планируемая выручка ЦАТ в 2018–2027 годах оценивается в 13,2 млрд рублей, а прибыль от продаж – свыше 3,6 млрд рублей.*

**А**ддитивные технологии, или технологии промышленной 3D-печати, – одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства, которое позволяет, применив новый подход к созданию изделия, сократить количество деталей конструкции, уменьшить вес изделия на 25%, срок производства в два раза, а сокращение стоимости может составить до 44%. Для развития этого направления ГК «Ростех» инвестирует почти 3 млрд рублей в создание специализированного центра на базе ММП имени В.В. Чернышева.

Центр будет оказывать заказчикам полный спектр услуг: от разработки конструкции, до серийного производства и сертификации продукции. Целью рабо-

ты ЦАТ будет сокращение сроков вывода на рынок новой высокотехнологичной продукции. Центр будет выполнять заказы не только для холдингов Ростеха, но и для широкого спектра сторонних компаний, в том числе зарубежных. По расчетам участников проекта, первая опытная партия деталей будет изготовлена в центре уже в 2019 году. В перспективе центр призван стать ведущим интегратором комплексных решений в области аддитивных технологий для всех заказчиков. Помимо этого ЦАТ будет привлекать международных экспертов для внедрения самых современных решений в сфере аддитивных технологий.

В Госкорпорации «Ростех» отметили, что промышленная 3D-печать становит-



ся одним из обязательных атрибутов современной промышленности. У этой технологии высокий потенциал и «Ростех» внедряет ее в производственную практику. К примеру, в ОДК уже сегодня методом аддитивных технологий изготавливается порядка трех тонн деталей в год. Холдинг планирует широко применять их при серийном производстве перспективных российских газотурбинных двигателей, которые будут сертифицированы в 2025–2030 годах. Создание специализированного центра позволит расширить сферу применения данной технологии и изготавливать детали для таких отраслей, как авиастроение, космос, наукоемкая медицина, автомобилестроение. **РИ**

## «ВИТРИНА ПРОЕКТОВ»

В новом учебном году Министерство промышленности и торговли России совместно с Международным фестивалем детского и молодежного научно-технического творчества «От Винта!» запустят онлайн-платформу для поддержки технологических проектов молодежи.

Новая онлайн-платформа «Витрина проектов» была презентована в сентябре в Краснодаре в рамках Международного фестиваля «От Винта!». Данная площадка создается для оказания всесторонней поддержки технических изобретений молодежи и внедрения их в сферу промышленности.

В настоящий момент уже активно работает государственная информационная система промышленности (ГИСП), где в ближайшее время появится отдельный модуль с молодежными проектами. Таким образом будет формироваться витрина лучших региональных проектов, которые будут принимать участие в крупнейших промышленных выставках в России и за рубежом.

Министр промышленности и торговли Российской Федерации Денис Манту-

ров рассказал: «Проекты получают необходимый патронаж со стороны государства и государственных корпораций, а также иных институтов поддержки в сфере промышленности. При этом «Витрина проектов» будет служить и мотивацией региональным органам власти создавать условия для развития молодежи, поскольку по количеству участников от конкретного региона можно будет составить рейтинг изобретателей среди субъектов России».

Запуск проекта прокомментировала и руководитель Международного фестиваля детского и молодежного научно-технического творчества «От Винта!» Виктория Соболева: «В наших планах провести окружные фестивали «От Винта!» во всех федеральных округах, которые смогут объединить лучшие



проекты молодежи в сфере промышленности, а виртуальная площадка «Витрина проектов» будет способствовать выбору лучших среди них. Уникальность проекта в том, что совсем не важно, где живет школьник или студент, каждый может добавить свой проект в «Витрину проектов». После добавления проект может получить конкретную поддержку, и его автор получит приглашение презентовать свой проект на стенде «От Винта!» в рамках проведения крупнейших промышленных выставок России и зарубежья. Это замечательный подарок в начале нового учебного года для наших молодых изобретателей. **РИ**



## ДВУХЛУЧЕВАЯ ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА

Новую технологию двухлучевой лазерной сварки алюминиевых сплавов и конструкционных сталей предложили специалисты Российского федерального ядерного центра – ВНИИ экспериментальной физики (РФЯЦ-ВНИИЭФ, входит в «Росатом»).

Изобретение уже запатентовано и может применяться в различных отраслях машиностроения для сварки изделий из конструкционных сталей и алюминиевых сплавов. Процесс сварки обеспечивается двумя лазерами – импульсным и непрерывным. Это позволяет избежать образования

трещин, а также проводить соединение трудносвариваемых конструкционных сталей и алюминиевых сплавов, в том числе сложной геометрии. Помимо этого появляется возможность проводить сварку как в закрытом помещении, так и на воздухе.

По словам одного из разработчиков технологии – научного сотрудника института экспериментальной физики Ни-

колая Дьянова, спектр решаемых задач можно значительно расширить за счет комбинирования различных типов лазеров (непрерывные, квазинепрерывные, импульсные...) и параметров лазерного излучения (длин волн, мощности излучения и так далее). Новая технология уже опробована в подразделениях РФЯЦ-ВНИИЭФ, а также на ФГУП «ПО «Маяк» в Озерске. **РИ**

## «ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТЕХНОПАРК» В ЗАКОНЕ

Как сообщается на официальном сайте Кремля, в ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» вносятся отдельные изменения, касающиеся промышленных технопарков и применения к ним и управляющим компаниям промышленных технопарков мер стимулирования деятельности в сфере промышленности.

Ранее Федеральный закон «О внесении изменений в ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации» был принят Государственной Думой и одобрен Советом Федерации.

Законом определяются понятия «технологическая инфраструктура» и «промышленный технопарк». В частности, технологическая инфраструктура

определяется как совокупность объектов недвижимого имущества и оборудования, необходимых для осуществления научно-технической деятельности или инновационной деятельности.

Под промышленным технопарком понимаются объекты промышленной инфраструктуры и технологической инфраструктуры, предназначенные



для осуществления субъектами деятельности в сфере промышленного производства, научно-технической, инновационной деятельности в целях освоения производства промышленной продукции. **РИ**





# КАК ВЕРНУТЬ ИНЖЕНЕРА НА РОДИНУ

## МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН: ОПЫТ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ

**Сергей Майоров,**  
председатель правления  
Машиностроительного кластера Республики Татарстан,  
доктор делового администрирования

*Реализация приоритетных проектов Машиностроительного кластера Республики Татарстан неразрывно связана с формированием кадрового потенциала в сотрудничестве с основными ведущими вузами республики и некоторыми учебными учреждениями других регионов. Совместно с вузами руководители кластера активно внедряют новые образовательные программы и практики, и при этом всегда помнят: не образованием единым жив молодой специалист, особенно творчески настроенный инженер.*

**М**ашиностроительный кластер Республики Татарстан – работает в стратегическом партнерстве с Камским инновационным территориально-производственным кластером «ИННОКАМ» и Центром кластерного развития и кооперации субъектов малого и среднего предпринимательства Республики Татарстан. Отмечая, что это крупнейший машиностроительный кластер Российской Федерации говорит и тот факт, что председателем Наблюдательного совета является министр промышленности и торговли Республики Татарстан Альберт Каримов. Среди членов Наблюдательного Совета – заместитель министра экономики Республики Татарстан Наталья Таркаева, заместитель исполнительного комитета города Набережные Челны Наталия Кропотова, глава города Елабуга, заместители глав городов Нижнекамск, Заинск, Менделеевск и Тукаевского района.

Кластер сегодня объединяет более 300 членов – предприятий и компаний.



Посещение одного из предприятий Машиностроительного кластера



«День главного инженера – 2018» в Гиперклубе ИЦ в «Сколково»

Общая численность работающих – 110 тысяч, годовой оборот – 600 миллиардов рублей (11 миллиардов евро). Основные специализации кластера – машиностроение, нефтехимия, нефтепереработка, энергетика и энергосбережение.

Чтобы легче было представить, какие кадры нам нужны, назову наши стратегические задачи, главная из которых – развитие кооперации для создания инновационных продуктов, способных конкурировать с ведущими мировыми образцами в таких областях как автомобилестроение, инжиниринг и производство грузовой и специальной техники, изготовление автомобильных компонентов, производство отливок из легких металлов, термическая, механическая обработка, нанесение покрытий на металл, изготовление пластиковых и пластмассовых изделий, производство высокопрочных композитных материалов и т.д. При кластере развиты инжиниринг и разработка новых автокомпонентов, предоставляются инжиниринговые услуги в областях дизайна, проектирования и изготовления опытных образцов автомобильной техники.

Среди задач – продвижение продукции членов кластера за пределы Республики Татарстан и Российской Федерации, привлечение инвестиций в республику, используя территории льготного налогообложения – территории особого социально-экономического развития (ТОСЭР) – города Набережные Челны, Нижнекамск, Чистополь и Зеленодольск, особую экономическую зону «Алабуга» и особую экономическую зону технико-внедренческого типа – город Иннополис, которую еще называют российской «кремниевой долиной».

Важными задачами мы считаем стимулирование предприятий кластера к открытию новых производственных площадей за пределами Республики Татарстан и Российской Федерации, сопровождение инвестиционных проектов членов кластера для привлечения государственных субсидий и льготного финансирования и, конечно же, развитие образовательных программ и промышленного туризма.

Республика Татарстан три года подряд занимает первое место по инвестиционной привлекательности, и это положительно влияет на приток в регион молодых специалистов, выпускников вузов и подготовку инженерно-технических кадров.

Пользуясь случаем, коротко скажу и о других инновационных площадках

Татарстана. Во-первых, это Особая экономическая зона «Алабуга» (ОЭЗ «Алабуга»), которая считается самой успешной ОЭЗ в Европе и является местом дислокации заводов мировых брендов: Ford, Armstrong, Kastamonu, Rockwool, Росатом, Татнефть и многих других. На территории ОЭЗ «Алабуга» создана промышленная инфраструктура мирового уровня, поэтому ежегодно предприятий становится больше, а профессиональных управленцев, способных работать в реальном секторе, – не хватает. В ближайшие годы в «Алабуге» начнут работать еще несколько промышленных предприятий. Поэтому Корпоративный Университет «Алабуга» готовит тех, кто будет открывать заводы и управлять ими, – в кратчайшие сроки выращивает из студентов топ-менеджеров международного уровня.

Однако хотим мы или нет, того инвестиционного ресурса, который есть у наших иностранных коллег в России пока не наблюдается. Поэтому основные инвесторы в ОЭЗ «Алабуга» – это иностранные компании. Им нужны хорошие дороги, аэропорты, самолеты... И конечно же, детские сады, школы, кафе, рестораны.

К условиям работы и жизни иностранцев в Татарстане подтягиваем и своих сотрудников, молодых специалистов, уделяя особое внимание обустройству их рабочих мест, быту и отдыху. В той же ОЭЗ «Алабуга» построены школа и детский сад «Три медведя». Алабужцы поселили своих сотрудников в благоустроенные коттеджи, их дети по желанию учатся в современной средней школе, в которой директор – англичанин, а преподавание ведется на английском языке. Учат английский язык и детсадовцы, причем не только дети иностранных коллег, но и россий-



В 2018 году Машкластер РТ подписал соглашение о бизнес-партнерстве с МИЦ «Композиты России»



ские дети (обучение для них в школе платное). Таким образом, в Елабуге, где проживает примерно 80 тысяч человек, можно получить вполне приличное европейское образование.

Следующая особая экономическая зона технико-внедренческого типа – Иннополис (ОЭЗ «Иннополис»). Эта российская «кремниевая долина» построена в чистом поле в сорока километрах от Казани. В городе живут счастливые люди, так как для них создана великолепная инфраструктура, включающая в себя медицинские, спортивные и развлекательные центры, школы, детские сады, магазины, причем все – в шаговой доступности, в том числе и горнолыжный курорт «Казань». Новые сотрудники резидентов ОЭЗ «Иннополис» могут здесь построить себе коттедж или арендовать за восемь тысяч рублей однокомнатную квартиру, за десять – двухкомнатную и т.д.

Компании-резиденты ОЭЗ «Иннополис» имеют налоговые льготы, хотя некоторые руководители улыбаются: «Нам, может, льгот и не надо. Главное, что нам созданы хорошие условия для бизнеса, делового и профессионального общения, а это помогает появлению новых проектов и разработок». И в их словах ничего удивительного, так как часть компаний реализует IT-проекты мирового уровня, генерирующие миллиардные выручки без промышленного производства. То есть этим компаниям нужны замечательная инфраструктура и умные головы, которые зачастую приходят из университета «Иннополис», в котором преподают в основном зарубежные ученые.

Особого внимания заслуживает также территория особого социально-экономического развития (ТОСЭР) во главе с лидером – городом Набережные Челны. Более 50 процентов инвестиций всех ТОСЭР России как раз привлечены в Набережные Челны. Кстати, премьер-министр Дмитрий Медведев подписал постановление о создании еще трех ТОСЭР в России: в центре нефтехимии Татарстана и России – Нижнекамске, а также в Зеленодольске и Чистополе. Замечено, что ТОСЭР хорошо себя зарекомендовали именно в больших городах, например, в тех же Набережных Челнах, Новокузнецке и других.

Но вернемся к главной теме публикации – подготовке и привлечению в производство кадров. Напомню, что кластер это всегда совместный проект государства, бизнеса и науки, и государство участвует не только административным ресурсом, но и обязательно финансированием. Так, например, через конкурсы Министерства экономического развития Российской Федерации в 2014–2016 годах в Татарстан было привлечено 800 милли-



*Инжиниринговый центр, открытый на базе Набережночелнинского филиала Казанского (П)ФУ*

онов рублей, и мы переобучили по необходимому для кластера специальностям 6 600 человек. Согласно условиям министерства компании оплачивали лишь десять процентов стоимости переобучения своих сотрудников, а остальные девяносто им было субсидировано. При этом предприятия с такой охотой отправляли людей на обучение, что преподавателям приходилось проводить занятия и на самих предприятиях, и в праздники, чтобы не останавливать производство. Сегодня численность в компаниях достаточно оптимизирована, что хорошо для самих компаний, но с точки зрения развития профобразования является сдерживающим фактором.

Какую же роль должны играть вузы в развитии нашего кластера? В нашем понимании их призвание не просто обучать профессии, образовывать молодежь, а генерировать инновации, которые бизнес должен превращать в инновационные продукты. Вот с этим пока крайне сложно, но некоторый опыт есть.

У нас четыре вуза, с которыми мы постоянно общаемся и сотрудничаем. Это Казанский (Приволжский) федеральный университет и его Набережночелнинский филиал, Казанский националь-

ный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ, Казанский национальный исследовательский технологический университет – КНИТУ и Казанский государственный энергетический университет – КГЭУ, образовательные программы которых соответствуют нашим кластерным специализациям. Идеи, рождаемые в стенах университетов, мы доносим до компаний кластера и таким образом выстраиваем кооперационные связи между наукой и бизнесом. Очень надеемся, что это станет гарантом нашей успешности, и очень хотелось бы видеть при университетах корпоративные среды, которые бы стимулировали рост творческой активности и инициативы, личностной профессиональной самоорганизации сотрудников и обучающихся.

Для координации и организации подготовки кадров и профориентации при Камском инновационном территориально-производственном кластере «ИННОКАМ» создан кадровый комитет. Его возглавляет заместитель руководителя по персоналу компании «Форд Соллерс» Евгений Скрыпников. В этой совместной с американцами компании очень высокие компетенции. Поэтому все кадро-

вые службы и представители вузов раз в два месяца собираются в разных городах Татарстана, чтобы получать самую свежую информацию от этой компании об управлении персоналом. Комитет предоставляет площадку для выступлений, и таким образом службы персонала всегда в курсе нового в профобучении.

В структуре Машиностроительного кластера Республики Татарстан также есть комитет по кадрам и социальной политике, его возглавляет директор филиала Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева – КАИ в городе Набережные Челны Лилия Ягудина. Этот комитет постоянно проводит Дни открытых дверей, поддерживает интерактивную связь с предприятиями, выясняя их потребность в кадрах. На мероприятия с участием студентов мы приглашаем руководителей служб персонала, для того чтобы студенты 3–4-х курсов могли пообщаться с ними о предстоящей летней практике, во время которой они зачастую и определяют с выбором компании для будущего трудоустройства.

Помогает профориентации и промышленный туризм в двух направлениях. Первое – чисто маркетинговое, для продвижения нашей компании на российском и зарубежном рынках. К примеру, посещая в Германии завод по сборке автомобилей «Ауди», наши специалисты, инженеры узнали об интересной услуге: покупатель автомобиля может присутствовать при его сборке и даже заснять процесс на камеру. Таким образом, промышленный туризм – это возможность увидеть новые подходы к организации производства, применению технологий, привлечению потребителя.



Второе направление связано именно с вузами, оно для нас даже важнее первого. Это профориентация школьников старше 7-го класса и студентов. Мы им постоянно устраиваем экскурсии на производство в соответствии с соглашениями, подписанными с предприятиями кластера. К таким экскурсиям не каждая компания готова, поэтому мы создали методологию проведения таких мероприятий, где в первую очередь учитывается безопасность проведения экскурсий, оформление залов, предоставление рекламно-сувенирной продукции, подготовка экскурсоводов из числа сотрудников, как правило, пенсионеров – ветеранов предприятий.

Учитывая, что ведущее предприятие Республики Татарстан ПАО «КАМАЗ» – лидер автомобилестроения, часть руководителей завода на уровне заместителей генерального директора, главных механиков, топ-менеджеров возглавили кафедры в вузах. Камазовцы не только преподают, но и ведут научную работу, защищают кандидатские и докторские

диссертации. Такая система дуального образования, где преподают не только сотрудники Казанского (Приволжского) федерального университета (Казанский (П)ФУ), но и производственники, где через практики на производстве создается тесная обратная связь вузов и промышленных предприятий, дает заметный результат в подготовке инженерных кадров и других технических специалистов.

Кроме этого в Казанском (П)ФУ за счет компаний кластеров открыты учебные классы ПАО «КАМАЗ», СП «Форд Соллерс», китайской компании «Хайер», японской компании «Митсубиси». Компании обеспечивают классы оборудованием, принимают участие в обучении студентов. Студенты, будущие инженеры, не просто на картинке видят, например, двигатель, они могут его потрогать в разрезе, понять и изучить его строение. И приходя на завод, на удивление мастеров, собирают узлы уже с закрытыми глазами.

Студенту старших курсов, инженеру нужен выход творческой энергии, реализация идей. Этому помогает, например, Инжиниринговый центр, открытый на базе Набережночелнинского филиала Казанского (П)ФУ. Он оборудован суперсовременными станками, начиная от 5-ти координатных с огромными столами, где можно делать любые виды технологической оснастки, и кончая робототехническим комплексом с роботом фирмы «КУКА». Студенты в Инжиниринговом центре учатся программировать станки, управлять робототехникой. Инжиниринговый центр не просто отвлечен на какое-то образование, он дает и практические навыки. Члены кластера его активно используют как для изготовления каких-то деталей – здесь «демокра-



Сергей Майоров с командой Машиностроительного кластера Республики Татарстан и тренер Радислав Гандапа





тичные» расценки, так и для обучения сотрудников. Ведь не у всех компаний есть такое оборудование, и прежде чем закупить его, они обучают и будущих пользователей этих станков.

Есть у нас при Машиностроительном кластере Республики Татарстан также Инженерный клуб, объединяющий специалистов, вузы и предприятия кластера и обладающий современными компетенциями в металлообработке и ремонтных технологиях, импортозамещении и разработке технологий ремонта и обслуживания промышленного оборудования, изготовления запасных частей. Здесь можно проводить НИОКР по заявкам предприятий с освоением технологии на опытных производствах кластера.

Мне порой задают вопрос: если у вас так все хорошо, то, как вы смотрите на то, что ребята из Татарстана едут учиться в Москву, например, в МИСиС? Кстати, в МИСиС есть инженерный центр как образец инженерного центра – каким он должен быть. А еще МИСиС подписал с «КАМАЗом» проект по разработке и изготовлению беспилотного автомобиля.

Не отрицаю, едут выпускники школ Татарстана учиться не только в Казань, но и в Москву, Санкт-Петербург, в другие крупные города и, к сожалению, процентов восемьдесят дипломированных инженерно-технических специалистов не возвращаются обратно. Это проблема не только Татарстана, а страны в целом. Психология молодого человека такова: он хочет жить хорошо и сразу. В Москве и других больших городах студент может учиться в вузе, получать стипендию и еще и подрабатывать, что проблематично для малых городов. Столичный студент может снимать квартиру, чтобы не жить в общежитии, хорошо одеваться, а порой и родным помогать. Кроме того, выучив английский и обрasta связями, выпускник со светлой головой порой и за границу уезжает, где заработная плата далеко ушла вперед от нашей.

Мы думали, каким образом решить эту проблему у себя. Есть дорогостоящее решение о создании высокотехнологичных образовательных учреждений – если не на территориях субъектов РФ, то хотя бы на территории федеральных округов. К примеру, в Казани, Нижнем Новгороде, если брать наш Приволжский федеральный округ. Но пока это лишь идеи, они обсуждаются бизнесом и вузами...

Кстати, в МИСиС учится всего лишь 48 студентов из Татарстана, и мы уже обсуждали с центром «Карьера» этого университета проблему возврата «блудных сыновей» с дипломами в родные края. Для этого начиная с 1-го курса, мы намерены вместе с университетом проводить стажировки в лучших компаниях Машиностроительного кластера Татарстана не только для накопления практических навыков, профориентации, но и поддержания связи молодых людей с малой родиной. Приобретенный опыт мы будем тиражировать и масштабировать. Считаю, полезно перенимать также опыт немецких компаний – практически семейных по родству и месту проживания, имеющих в среднем численность 60–110 человек, что не мешает им в любой кризис генерировать 20–25 миллионов евро в год! Нам такие выработки и не снились.

И в завершение – немного ностальгического. В последние десятилетия, к сожалению, людей слабо держат родные места, семейные ценности, друзья, одноклассники, наконец, кладбища, где покоятся их бабушки и дедушки, а может, и родители. Молодые становятся апологетами выгодного, карьерного образа жизни, а патриотизм остается на заднем плане. Ребятам и девушкам сложно обвинять, они стремятся ко всему новому, современному, в том числе и на производстве, а мы им порой этого не можем предоставить. Поэтому, если мы не хотим терять инженерно-техни-

ческие и другие кадры, то нашей целью должно быть создание высокотехнологичных рабочих мест с автоматизацией, роботизацией и цифровизацией. Такая очередная программа субсидирования предприятий уже объявлена Минпромторгом в июле этого года.

Россия занимает 1/8 мирового рынка, и нам сегодня нужно выпускать экспортно ориентированную продукцию, чтобы расширять рынок сбыта, иначе все ниши потом будут заняты. А для этого следует создавать современные производства, откуда выпускникам вузов не захочется уезжать.

Наш кластер, изучает, мониторит всю систему технического, экономического, юридического образования в России. Поэтому у нас подписаны соглашения и с другими вузами страны – Вятским ГУ, Инжиниринговым центром МГТУ им. Баумана, Московским университетом информационных технологий, Центром развития молодежного предпринимательства МИСиС, Уральским отделением РАН, Германо-Российским инжиниринговым центром машиностроения, Санкт-Петербургским политехническим университетом. Благодаря этим полезным связям мы формируем наш кадровый потенциал и стараемся каждого прибывшего в кластер молодого специалиста принять с уважением к его диплому и обеспечить ему европейские условия работы и жизни. Престиж профессии, в том числе инженера, начинается с того, как мы встретим выпускника вуза.

Пользуясь случаем, хочу пригласить читателей «Русского инженера» в наш гостеприимный Татарстан. Мы уже много лет подряд занимаем третье место в России по въездному туризму, после Санкт-Петербурга и Москвы. У нас можно не только отдохнуть, но и открыть свой бизнес как в кооперации с нашими компаниями, так и самостоятельно – на территории республики. **РИ**

# ШАНС ДЛЯ РЕЗКОГО СТАРТА



## ФОРУМ «ИНЖЕНЕРЫ БУДУЩЕГО» – ЭТО НОВЫЕ ИДЕИ МОЛОДЫХ И ТАЛАНТЛИВЫХ

Текст и фото  
пресс-службы СоюзМаши России

**Руководителям оборонно-промышленных и гражданских корпораций порой «по крупицам» приходится собирать высококлассных специалистов, которые могли бы выполнять как госзаказ, так и создавать новую технику для бытовых нужд.**

**Восполнить недостающие инженерные звенья в процессах инновационного развития машиностроительного комплекса призван в ряду других мероприятий и Международный молодежный промышленный форум «Инженеры будущего – 2018», состоявшийся летом в Ульяновской области.**

Форум проводится уже восьмой год подряд, в нем приняли участие более 13 тыс. молодых специалистов, ученых и студентов, представляющих промышленные компании и вузы из 60 регионов Российской Федерации. Ульяновский форум также встречал гостей из более чем 40 стран, что стало рекордом для мероприятия.

В этом году «Инженеры будущего» впервые выступили в новом статусе. В июле 2017-го в выездном расширенном заседании Бюро Союза машиностроителей России принимал участие Президент России Владимир Путин. Он обратил внимание на важность и полезность проводимой СоюзМашем как организатором форума «Инженеры будущего» молодежной политики и дал ряд поручений, в одном из которых было определено, что в 2018 году форум официально выступит при поддержке Росмолодежи и Правительства России.

Форум «Инженеры будущего» вносит весомый вклад в процесс подготовки высококвалифицированных инжене-

ров-конструкторов для процесса модернизации российских производств. Молодые специалисты и студенты, участвующие в форуме, получают замечательный шанс для резкого старта, для изменения своей карьерной траектории. Лучшие из

участников, отобранные в результате рейтингов, делегируются впоследствии в органы исполнительной власти, министерства и ведомства, в Экспертные Советы Комитета Государственной Думы РФ по промышленности, в частности, в со-



Круглый стол «Инженерно-технические кадры с новыми компетенциями как ключевой фактор успешной диверсификации предприятий ОПК» с участием заместителя министра промышленности и торговли РФ Олега Рязанцева, советника президента ПАО «ОАК» Бориса Алешина и губернатора Ульяновской области Сергея Морозова



веты по развитию предприятий оборонно-промышленного комплекса, вопросам авиационно-космического комплекса, развитию технологической базы машиностроения и станкостроения.

«Инженеры будущего» – не просто место для обмена мнениями и опытом среди молодых участников форума. Это международная образовательная площадка, сформированная при участии корпоративных университетов крупнейших отечественных корпораций. В этом году на форуме работали девять факультетов, на которых перед молодыми инженерами выступили около двухсот спикеров по направлениям авиационного, технологического, в том числе цифровых, радиоэлектроники, организации производства и управления проектами, диверсификации производства, импортозамещению и выстраиванию производственной кооперации.

Генеральный директор Госкорпорации «Ростех», президент «Союза машиностроителей России» Сергей Чemezov, выступая на круглом столе «Цифровая экономика в России: новые возможности и перспективы», отметил: «Мы хотим, чтобы молодые инженеры могли увидеть, как живут и работают их коллеги в других городах. Мы стараемся вывозить их на предприятия, чтобы показать, как развивается наша промышленность. Я надеюсь, что такие встречи дают возможность найти новые идеи, обменяться друг с другом этими идеями и попробовать реализовать их на своих предприятиях».

В своем выступлении Чemezov рассказал молодежи о состоянии отечественной экономики и обратил внимание на задачу, поставленную Президентом России, – российская экономика к 2024 году должна войти в пятерку мировых экономик. «Ростех» же, как подчеркнул Сергей Чemezov, намерен к 2025 году войти в десятку крупнейших корпораций мира.

Рассказывая о цифровых технологиях на примере «Ростеха», Чemezov сообщил, что Корпорация развивает компетенции в области прорывных технологий, в том числе за счет венчурных инвестиций, приобретает доли в перспективных стартапах. «Если у вас есть какие-то идеи, мы готовы их выслушать», – обратился Сергей Викторович к молодежи.

Так, например, у «Ростеха» есть доля в компании НТехЛаб. Она занимается распознаванием лиц на основе искусственного интеллекта – с точностью до 80% в базе объемом до полумиллиарда изображений. Поиски конкретного человека среди одного миллиарда лиц занимают менее чем полсекунды.

«Мы очень эффективно использовали технологию для обеспечения безопасности во время Чемпионата мира по футболу: к алгоритму НТехЛаб подключили около 150 тысяч камер видеона-



блюдения, и благодаря этому задержали подозрительных лиц и лиц в розыске. Эту идею предложили молодые ребята, они с ней пришли к нам, мы их поддержали, и сегодня эта технология продолжает развиваться», – рассказал глава «Ростеха». – Мы ее сейчас внедряем в программу «Умный город», которую мы распространяем в разных городах».

Касаясь вопроса прохождения практики в крупных компаниях (среди участников форума присутствовало много студентов) Сергей Чemezov рассказал, что ежегодно на предприятия «Ростех» на практику приглашают четыре тысячи студентов, и многие из них остаются работать на заводах корпорации:



Первое место в корпоративном рейтинге заняла команда холдинга «Росэлектроника» (ГК «Ростех»)

«Если говорить в целом о связи с вузами, то у нас 258 специализированных кафедр, которые готовят бакалавров и магистров для наших предприятий по всей России. В Москве это такие вузы как МГИМО, Плехановская академия, МФТИ, РУДН, Бауманский университет и другие. Мы стараемся установить с техническими кафедрами и вузами отношения, подписать с ними соглашения, на основании которых готовим для себя специалистов».

После каждого из выступлений ребята задавали спикерам вопросы. Они касались как профессиональной деятельности, обучения, предоставления жилья для молодых специалистов, профперееорентации, так и более глобальных проблем – например, «утечки мозгов» на Запад.

Отвечая, например, на вопрос, какие предприятия сейчас наиболее интерес-

ны молодым специалистам, Чemezov отметил:

«Я думаю, что поскольку у нас высокотехнологичное производство, то все наши предприятия без исключения интересны для молодых инженеров. Это и авиастроение, и вертолетостроение, и микроэлектроника, и фармацевтика. Практически все, что ни назови, все это интересно и развивается. Поэтому ребята, которые здесь присутствуют, с удовольствием приезжают на форум, чтобы не упустить возможность общения друг с другом, обмена пусть и небольшим, но опытом. Здесь же присутствуют не только старшекурсники, но, прежде всего, молодые ученые, молодые инженеры, которые уже окончили вузы и имеют опыт работы, может быть, готовятся стать кандидатами наук».

Председатель Союза машиностроителей России Владимир Гутенев, отвечая на вопрос о молодежных проектах, напомнил, что помимо организации форума «Инженеры будущего», СоюзМаш реализует целый ряд других программ. Так, школьная Олимпиада «Звезда» – самая крупная в стране, которая охватыва-

ет 350 тыс. школьников и проводится с 6–7-го по 11-й класс. Кроме масштабного мероприятия «Инженеры будущего», проходят и региональные форумы.

«Есть такие проекты как «Приглашение к инновации» – когда работодатель формирует техническую задачу, а молодежь, студенты, коллективы молодых ученых стараются ее решить. Другой замечательный проект – «Практики и стажировки». В последнее время по решению Бюро СоюзМаша и с одобрения Сергея Викторовича Чemezова мы возрождаем журнал «Юный техник», известный многим еще по советскому времени, – рассказал Гутенев. – Вместе с Минпромторгом мы проводим массу выставок, в том числе за рубежом – молодые талантливые ребята представляют свои модели и конструкторские разработки».

Губернатор Ульяновской области Сергей Морозов в своем выступлении



Создатели «летающей доски»

на форуме акцентировал внимание на модернизации, идущей полным ходом на предприятиях региона, входящих в Госкорпорацию «Ростех». Например, завод «Искра», на протяжении многих лет пребывавший далеко «не в самом лучшем состоянии», сейчас является лидером в России по производству микроэлектроники. А механический завод, занимающийся вопросами ПВО, сегодня масштабно реформатирует свою деятельность и внешне, и внутренне, и тоже является передовым предприятием.

Касаясь темы «утечки мозгов», глава «Ростеха» Сергей Чemezov подчеркнул, что еще десять лет назад была такая тенденция, но сейчас ситуация изменилась:

«У нас очень много суперсовременных идей, которые мы сегодня реализуем на наших предприятиях. И по некоторым вопросам даже опережаем наших западных конкурентов. Поэтому я не могу сказать, что сейчас какое-то большое количество людей уезжает за границу. Наоборот, мы наблюдаем тенденцию возвращения на родину тех, кто уезжал, потому что видят, что в России у них есть возможность себя реализовать. И речь не только о деньгах, но о возможности себя проявить. А таких возможностей в нашей Корпорации – масса».

Его поддержал Владимир Гутенев: «Поле для реализации талантов молодежи в России сейчас такое, какого нет нигде в мире. Для того, чтобы проявить себя, сейчас созданы все условия. Поэтому я думаю, что мы не боимся никакой утечки мозгов, и конкурентная среда это показывает».

Парламентарий также рассказал, как меняется молодежь, приезжающая каждый год на форум:

«Я вижу по их молодым лицам, что у них появляется все больше и больше веры в свою страну и в свои силы, тем более что крупнейшие корпорации демонстрируют огромный рост. Тот заряд, который Сергей Чemezov сегодня дал молодым специалистам, отвечая на их во-

просы, еще больше вселил этой уверенности».

В завершение мероприятий форума «Инженеры будущего – 2018» состоялась торжественная церемония награждения победителей Национальной научно-технической конференции и ряда специалистов, которые внесли большой вклад в развитие промышленного комплекса страны и приняли активное участие в подготовке и проведении форума. Сергей Чemezov вручил лучшим сотрудникам грамоты и благодарности.

Губернатор Ульяновской области Сергей Морозов наградил Сергея Чemezova «Региональным Орденом за веру и благодетель».

На протяжении всех дней, в течение которых проходили образовательная и деловая программы форума, молодые специалисты старались своим активным участием заработать баллы для победы своей команды в корпоративной рейтинге. И вот были названы победители – лучшие команды. Первое место заняла команда холдинга «Росэлектроника» (ГК «Ростех»). «Серебро» получила команда АО «ПО «Завод имени Серго» (компания POZIS, входящая в концерн «Техмаш» ГК «Ростех»), почетную «бронзу» – ПАО «Компания «Сухой».

Победителем образовательной программы «Управление жизненным циклом», в рамках которой пять команд работали над проектом создания хOVERборда (англ. – hoverboard) – «летающей доски», стала команда «Огненные машиностроители», в состав которой вошли представители АО «ОДК, АО «АвтоВаз», АО «Вертолеты России» и ГБПОУ «Московский государственный образовательный комплекс». Проекты участников включали в себя полный жизненный цикл разработки, производства и постпродажного обслуживания хOVERборда. Компетентное жюри решило, что проект команды «Огненные машиностроители» является наиболее инвестиционно-привлекательным с учетом условий развития российского рынка.

В деловой программе было много мероприятий, посвященных инженерии в разных отраслях. Например, директор ООО «КСГ инжиниринг» Вячеслав Мыглан и его советник Артем Богодяж в рамках круглого стола, посвященного методикам продвижения промышленных проектов, подняли тему необходи-

мости внедрения в России программы ранней диагностики онкологических заболеваний и развития эндоскопических технологий.

Также в ходе форума завершилось обучение на факультете цифровых технологий по направлению информационных технологий и робототехники. Работа направления ориентирована на развитие творческого мышления и получение слушателями знаний в области электроники и цифровых технологий. Аудиторию составили сотрудники компаний, задействованные в области разработки и программирования электронных устройств, и студенты соответствующих специальностей.

Активное участие в форуме приняла академия «Ворлдскиллс Россия», директор которой Светлана Крайчинская считает: «Современный профессионал – это не монопрофессионал, а специалист с множеством компетенций. К сожалению, многие ребята не знают о движении WorldSkills и не понимают, что с его помощью мы развиваем инженерные профессии и инженерные компетенции». Поэтому одной из главных своих задач она считает информирование молодежи об актуальных направлениях развития движения WorldSkills в России.

После окончания мероприятия делегация направилась к палаточному лагерю, где ее встречали команды-



участники. Были представлены выставочные экспозиции компаний «Вертолеты России», «ОСК», Корпорация «Сухой», «ОАК», «ТЕХМАШ», «АВТОВАЗ», «КАМАЗ», Pozis, «Авиастар» и других. Гостям продемонстрировали образцы новейшей продукции машиностроительной отрасли – последние модели автомобилей «Лада» «Автоваза», а также машин скорой помощи и автобусы, выпускаемые Ульяновской компанией ООО «Автодом». Делегация с интересом ознакомилась с продукцией в рамках импортозамещения АО «Ульяновское конструкторское бюро приборостроения», например, увидела многофункциональные панели, комплексы бортового оборудования для авиации, интегрированную пилотажно-навигационную систему и другие приборы.





# БЕСПИЛОТНИКИ РАЗНОГО КАЛИБРА

## ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Людмила Богомолова  
Фото автора

*Дроны, беспилотные автомобили и автобусы уже давно перестали быть объектами научной фантастики – сегодня их не только проектируют, но и производят для продажи. Однако для повсеместного развития «умного» транспорта нужны соответствующая инфраструктура, правовое обеспечение и инновационная промышленность. Эти и другие вопросы обсуждались игроками беспилотного рынка России и других стран в московском технопарке «Калибр» на II ежегодной конференции «Инновационные решения и новые технологии, меняющие транспортную отрасль».*



### ТЕМА БЛИЗКА И ПОНЯТНА

Технопарк «Калибр» организовал конференцию при поддержке Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства Правительства Москвы, Ассоциации «АВТОНЕТ», Ассоциации эксплуатантов и разработчиков беспилотных авиационных систем, Агентства инноваций города Москвы и Российско-Сингапурского делового совета при Торгово-промышленной палате Российской Федерации. Поэтому в мероприятии участвовали представители серьезных государственных структур и компаний – Федерального дорожного агентства, ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», АО «РВК», МАДИ, ООО «Электротранспортные технологии», Corter Express, Фонда «Сколково» и многих другие. Всего более 150 человек.

Тема конференции «Калибру» очень близка и понятна, ведь именно инженеры резидента технопарка – компании «Электротранспортные технологии» – занимаются созданием прототипов, ходовых макетов и промышленных образцов беспилотного наземного и водного транспорта, инженеринговым консалтингом в области проектирования и прототипирования электротранспорта, разработкой и внедрением

мехатронных систем, сертификацией и испытаниями автономных транспортных средств.

Уже разработаны и изготовлены несколько образцов беспилотного пассажирского электротранспорта – автобуса «Матрешка» вместимостью до 20 пассажиров и грузового варианта этой модели. У автобуса компьютерное зрение (6 видеокамер), он пользуется единственным активным сенсором – сонаром лишь при парковке. Машина укомплектована 40-киловаттным электродвигателем и аккумулятором на 42 киловатт-часа, на одной зарядке которого можно проехать порядка 150 километров.

Но возить пассажиров по городским маршрутам «Матрешка» не может – в российском законодательстве еще нет норм, предусматривающих использование беспилотного транспорта. Поэтому «Матрешка» пока всем недоступна, ее планируется использовать лишь на «закрытых» объектах – на заводах, в аэропортах, в ЖКХ, в качестве машины внутренней доставки в парках отдыха и технопарках.

Также на территории технопарка «Калибр» действует первый в Москве, если не в России, открытый полигон для тестирования беспилотных автомобилей. Трасса длиной 400 метров воспроизводит городскую среду: на ней есть автобусные остановки, пешеходные переходы, дорожные знаки, разметка, соответствующая ГОСТу, а также круговое движение.

Полигон используется для обкатывания и «обучения» беспилотных автомобилей не только компанией «Электротранспортные технологии», но и другими фирмами, ведущими разработку в этой области. Здесь автономный транспорт приобретает опыт взаимодействия как с дорожной инфраструктурой, так и с пешеходами на «зебре», кстати, роль нарушителей правил дорожного движения играют сами сотрудники технопарка.

А еще специалисты компании «Электротранспортные технологии» спроектировали и собрали из отечественных комплектующих (элементы кузова, силовой агрегат, электроника, колеса,



Сергей Севостьянов

элементы шасси и изделия из пластика) тестовый трехколесный электромобиль класса А.

Представитель компании «Электротранспортные технологии» рассказал, что серийный выпуск трехколесной машины будет осуществляться также на территории технопарка «Калибр». Для управления этим электромобилем потребуются водительские права категорий В и В1. Электрокар сможет разогнаться до 100 километров в час, проехать без подзарядки 100 километров и вмещает двух человек. Пополнить заряд энергии можно через обычную сеть напряжением 220 вольт, время зарядки аккумулятора – от полутора до двух часов. К началу производства машины появятся и ее грузовая версия – специально для курьерских служб.

Кстати, трехколесный белый красавец был выставлен у здания, где проводилась конференция, и ее участники не только фотографировались с ним, но и пробовали себя то в качестве водителя, то в роли пассажира. Многие интересовались, как и где автомобиль может быть использован.

Ранее руководитель Департамента науки, промышленной политики и предпринимательства города Москвы Алексей Фурсин заявил, что «разработка может стать востребованной у служб городских парков. Например, для уборки, перевозки небольших грузов, перемещения персонала. А также на обширных территориях, которые предполагают ис-

пользование собственного транспорта, – на ВДНХ, в «Лужниках» и так далее».

Одно из важных условий развития проекта – использование таких электромобилей в системе каршеринга. Пока это в перспективе, так как в столице нет развитой инфраструктуры для электромобилей: работают не больше 50 зарядных станций (к концу 2018 года их будет более 150). Но зато появились специальные парковочные места для электромобилей на центральных улицах, каждая мини-парковка рассчитана на два электрокара. И что заманчиво, владельцы электромобилей могут бесплатно оставлять машины на платных парковочных местах по всему городу.



Михаил Коган

Кстати, разработка «Калибра» выгодно отличается от зарубежных аналогов – она укомплектована обогревателем, и поэтому может возить пассажиров и груз в любое время года.

### ЗАДАЧИ – АМБИЦИОЗНЫЕ

II ежегодную конференцию «Инновационные решения и новые технологии, меняющие транспортную отрасль» открыли председатель совета директоров ОАО «Калибр» Михаил Коган и генеральный директор ОАО «Калибр» Сергей Севостьянов. Поприветствовав собравшихся, они вкратце рассказали о технопарке, его проектах и продукции.

Далее конференция проходила как в формате докладов, так и живой дискуссии, что позволяло участникам и спикерам ближе знакомиться друг



В зале конференции представили свои разработки ООО «Электротранспортные технологии», ООО ГК «Геоскан» и КБ «Рейнольдс»





Трехколесный автомобиль класса А



с другом, заводить полезные контакты. Модерировали конференцию известный журналист, заместитель главного редактора журнала «Авторевю» Леонид Голованов, хорошо разбирающийся в автомобилестроении и сопутствующих проблемах, и генеральный директор ООО «Электротранспортные технологии» Анна Поппель.



Руслан Кубарев

Работали три тематические секции, всего было зачитано около 20 тематических докладов, авторы которых попытались ответить на ряд актуальных вопросов: «Как стимулировать отечественные разработки в области инновационного транспорта?», «Станут ли беспилотные транспортные средства в России повседневной реальностью?», «В каких законодательных изменениях нуждается отрасль?», «Какие технические решения для совершенствования инфраструктуры предлагают зарубежные и отечественные компании?» и т.д.

Своими тезисами по этим темам с коллегами поделились заместитель начальника управления научно-технических исследований информационного обеспечения Федерального дорожного агентства Василий Кургузов, начальник управления государственно-частного партнерства ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» Татьяна Семенова, заместитель руководителя учреждения ГКУ ЦОДД Александр Евсин, заведующий кафедрой МАДИ Султан Жанказиев, директор центра НИУ ВШЭ Константин Трофименко, председатель комитета МТПП по вопро-

сам развития устойчивых транспортных систем Сергей Лобарев, вице-президент страхового дома «ВСК» Руслан Кубарев и многие другие. Интересный обмен мнениями состоялся во время видеоконференции с директором по маркетингу и коммуникациям французской компании FAAR Industry Electronic Automotive Systems Ксенией Дуарте, посвященной опыту экспериментальных проектов беспилотного транспорта во Франции.

Инженеры, топ-менеджеры высокотехнологичных компаний-разработчиков систем беспилотного транспорта отмечали, что стратегия развития автомобильной промышленности страны до 2025 предполагает выполнение амбициозных задач по внедрению электрокаров, беспилотных транспортных средств, созданию соответствующей инновационной инфраструктуры, и это требует консолидированных усилий всех участников нового для России рынка.

В Федеральном дорожном агентстве, которое на конференции представлял Василий Кургузов, считают, что к 2030 году протяженность автомобильных дорог для движения беспилотных транспортных средств составит около 10 тыс. километров. Такие дороги станут частью международных транспортных коридоров. Пока их развитие идет без дополнительного финансирования – в рамках текущего содержания и ремонта дорог. Безусловно, такие магистрали должны быть почти идеальными во всех отношениях, но в первую очередь для движения автомобиля-беспилотника должна быть обеспечена его полноценная радиовидимость, чтобы компьютер на основе данных ГЛОНАСС или других датчиков мог четко ориентироваться по полосам и видеть движение других машин и пешеходов. В 2015 году в России была утверждена Дорожная карта «Автонет» – до 2035 года, в которой поставлены задачи по разработке научных и технических решений для организации движения беспилотного транспорта. В качестве эксперимента Роставтодор планирует запустить пилотный участок для движения фур с автопилотом на участке трассы Казань – Набережные Челны.

## А ЧТО ЗА РУБЕЖОМ?

Многие выступающие отмечали, что сегодня рынок беспилотного транспорта, в частности, беспилотных летательных аппаратов (БЛА), развивается с завидной для других отраслей скоростью. Консалтинговая компания AT Kearney прогнозирует к 2035 году объем мирового рынка беспилотного транспорта в 560 миллиардов долларов. За рубежом успехи в этой области очевиднее – в прошлом году состоялась первая в истории коммерческая перевозка на беспилотном автомобиле, созданы подразделения беспилотных аппаратов CNN для сбора новостей и воздушной съемки, появилось первое беспилотное транспортное средство, способное ездить по дороге без разметки. Компании Google и Apple уделяют особое внимание развитию беспилотных технологий, а крупные автоконцерны Mercedes-Benz, Volvo, Audi, BMW и другие выпускают линейки собственных умных автомобилей.



Султан Жанказиев

По мнению экспертов, всего через несколько лет автомобили без водителей станут повседневной реальностью, хотя, честно говоря, верится в это с трудом. Впрочем, возможно, мы это увидим в отдельно взятой небольшой развитой стране, например, в Японии. Правительство этого островного государства создает объединение с Uber, Boeing и Airbus. Новый консорциум обязуется запустить уже через 10 лет массовое производство

4 Стадии реализации проекта		
ЭТАП	ГЛАВНЫЕ ЦЕЛИ	СРОКИ
I. Проезд беспилотных автомобилей по участку (км 33,7 – км 38,5) автодорожного подхода к Крымскому мосту	Презентация проекта	Август 2016 – 05 мая 2018
II. Разработка и апробация технических решений на полигоне ФГУП НАМИ	Получение оптимальных технических решений для оснащения инфраструктуры, их совершенствование	2018 - постоянно
III. Разработка концепции. Разработка нормативно-правовой и нормативно-технической базы	Создание и совершенствование нормативно-технической документации в данной области	2018 - постоянно
IV. Оснащение пилотных участков федеральных автомобильных дорог	Апробация проекта на пилотных участках	2018 - 2022
V. Оснащение федеральной сети А/Д, входящих в международные транспортные коридоры	Достижение показателей проекта	>2022 - 2035



не привычных нам дронов, а... летающих автомобилей! В объединении – 21 компания, и они занимаются разработкой и испытаниями летающих автомобилей. Японское правительство пообещало взять на себя функцию регулятора: создаст общие правила для разработки и передвижения этих воздушных машин.

В области создания летающих автомобилей произошел большой прорыв. Так, компания Kitty Hawk, стартап летающего такси, тестирует свои большие летающие такси над Новой Зеландией. В начале 2018 года компания показала первые варианты своего автомобиля Flyer. А Uber планирует выпустить летающие такси уже через пять лет и открыть хаб для своего флота в Париже в 2023 году.

Самостоятельно передвигающийся транспорт – нечто среднее между поездом и автобусом – создали китайские инженеры. По их словам, скоро это чудо техники будет ездить по улицам города Чжучжоу.

## БЕСПИЛОТНИКИ НА РОССИЙСКИХ ПРОСТОРАХ

О зарубежных новинках можно рассказывать долго. И для России сегодня важно не отстать от развитых стран, быстро, пока не поздно, занять свою нишу на формирующемся беспилотном рынке. Недавно стало известно, что наш «КамАЗ» всерьез запланировал заняться выпуском беспилотных авто. Свою первую разработку – беспилотный электро-

бус Ш.А.Т.Л. «КамАЗ-1221» – завод уже представил 12 июня 2018 года в столице Татарстана – Казани. Машина со скоростью 10 км/ч (без пассажиров) преодолела путь длиной 650 метров.

Серийный выпуск беспилотных авто «КамАЗ» планирует начать в 2021 году. Однако его представители сетуют на несколько факторов, тормозящих выпуск беспилотных электробусов. Во-первых, необходимо законодательное определение, из которого будет четко понятно, что именно относится к беспилотному транспорту, во-вторых, эксперты должны просчитать потенциальную клиентскую базу.

Докладчики конференции в «Калибре» все как один отмечали, что для России беспилотные летательные аппараты – очень перспективное направление развития авиационной техники, имеющее широчайшие возможности применения, как в военной, так и в гражданской сфере. Создание беспилотной транспортной системы может быть особенно актуально для малодоступных регионов Дальнего Востока, Сибири и Арктики. Объединенная авиационная компания совместно с Научно-исследовательским центром имени Н.Е. Жуковского уже активно приступила к развитию этого направления, готовит концепцию развития беспилотной авиации в России.

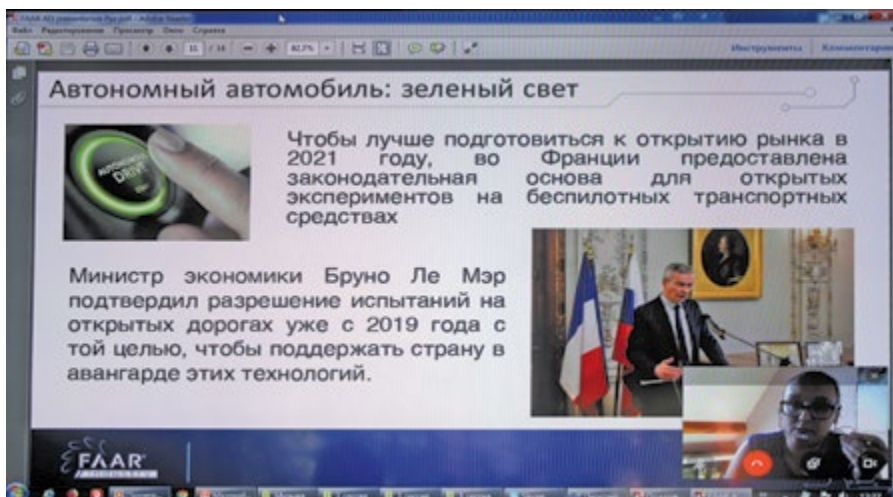
Многие выступающие обратили внимание на технологические и организационные задачи при интеграции

беспилотных авиационных систем (БАС) в общее воздушное пространство. В частности, речь идет об отработке технологии применения БЛА на опытных районах, первый из которых создается в Томской области, и выявлении узких мест в нормативно-правовом и нормативно-техническом поле.

Эксперты отметили, что благодаря развитию технологий, в перспективе 10–20 лет в России существенно расширится применение беспилотных авиационных и околосредственных космических систем, комплексных решений и услуг на их основе. Прогнозируется взрывной рост применения и производства БЛА и систем на их основе. В этом контексте для ускорения темпов промышленного производства беспилотных авиационных систем и диверсификации авиационной промышленности необходимо создание соответствующего координирующего органа федерального уровня, который отвечал бы за формирование научно-технического развития, разработки и производства БАС, формирование среды, благоприятной для их развития и использования.

Участники конференции пришли к выводу, что для расширения производства беспилотных и дистанционно пилотируемых авиационных систем необходимо не только формирование рынка их применения, а также создание условий для безопасного движения в общем воздушном пространстве совместно с пилотируемыми летательными аппаратами. Более того, в рамках авиационной промышленности должна быть сформирована специальная подотрасль «беспилотной техники».

В итоге становится очевидным, что развитие беспилотной авиации определяется движением экономики страны к новому промышленному укладу. И поэтому необходимо сформировать единую государственную техническую политику в области производства беспилотных летательных аппаратов на новых принципах, а также необходимость скорейшего создания нормативной базы для обеспечения производства, сертификации беспилотных авиационных систем, использования общего воздушного пространства и применения в интересах экономики страны.



Видеомост с директором по маркетингу и коммуникациям французской компании FAAR Industry Electronic Automotive Systems Ксений Дуарте



# ОБ ИСТОРИИ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ПРАВА



Алексей Ренкель,  
судэксперт-патентовед,  
Москва

*В силу исключительности права частной собственности результаты рационального и эффективного использования объектов интеллектуальной собственности во многом зависят от самого собственника. Изобретатель заинтересован в наиболее полном использовании его разработок, и при получении соответствующих доходов будет стремиться к их максимизации.*

Естественное право на интеллектуальную собственность было сформулировано в XVII столетии адвокатом Ле Шапелье (1754–1794):

*«Самая святая, самая личная из всех собственности есть создание, плод мысли писателя».*

Это было сказано перед Национальной ассамблеей Франции в 1791 году. Чтобы прийти к этому понадобился долгий путь. Да, история привилегий и исключительных прав на результаты авторского и технического творчества уходит своими корнями вглубь веков. Самый древний случай охраны изобретения описан греческим историком Филарком. По его свидетельству, в греческой колонии Сибариус, расположенной на юге Апеннинского полуострова, существовал обычай, по которому повар, изготовивший новое оригинальное блюдо, одобренное согражданами, получал исключительное право на его изготовление в течение года.

Первое общество охраны авторских прав (Societe des Auteurs et Compositeurs Dramatiques) организовал еще в 1777 году Пьер Бомарше (1732–1799). В 1841 году Альфонс де Ламартин (1790–1869) написал проект международного закона о копирайте, а в 1866 году президент SACD и главный французский статусный писатель Виктор Гюго основал международную версию этого общества, под названием International Literary and Artistic Association. В 1886-м году эта самая ассоциация написала Бернскую Конвенцию, которая до сих пор остается главным международным документом о копирайте.

Французский политэконом Пьер-Жозеф Прудон (1809–1865) писал: «Призна-тельность, которую собственник требу-

ет за уступку своего права, выражается либо в денежных знаках, либо в доходе натурой с данного произведения. Таким образом, благодаря праву получать доходы, собственность пожинает, но не сеет, собирает, но не обрабатывает, потребляет, но не производит, наслаждается и ничего не делает».

Патентное право использует метод предоставления заинтересованному предпринимателю воплощенной в патенте искусственной монополии на промышленное (коммерческое) применение изобретения в пределах ограниченного срока. После принятия в 1623 году английского Статута о монополиях патентное право на изобретения «обросло» многочисленными законами, правилами, инструкциями и руководствами.

В России для развития промышленной составляющей экономики игру эту затеял император Александр I еще 200 лет назад. Используя опыт англичан в строительстве патентного дела, прави-



ла игры для российских условий написал тайный советник граф Михаил Сперанский, считавший, что «всякое изобретение есть собственность изобретателя». Манифест – первый российский закон 1812 года об изобретениях – упорядочил выдачу привилегий (патентов), содействовал развитию и укреплению промышленной собственности. Закон многократно пересматривался, приспособлялся к меняющимся условиям развития общества. Сегодня входит в Гражданский кодекс РФ.

Так уж случилось, что наш блестящий инженер что-либо придумывает и патентует. Затем он двадцать лет ходит по инстанциям и получает отказы, в то время как француз или американец за два-три года патентует свою разработку, находит инвестора, начинает производить новацию и... поставлять в Россию. Так было с торпедами, трамваями, фотопленкой, парашютом, электросваркой и т. д., причем не только в области изобретательства. Но все-таки были настоящие русские прорывы. Глобальные изобретения, которые заро-



дились у нас и завоевали мир, двигаясь с Востока на Запад и дальше, через океан, даже если на родине они в итоге и не «выстрелили».

Любая техническая новация всегда требует преодоления препятствий. Евгений Патон (1870–1953) – изобретатель автоматической сварки под флюсом – говорил:

*«Разработать, изобрести – это только первый этап работы, пожалуй, более легкий. Второй этап – внедрение в народное хозяйство – самый трудный. Внедрение – это черновая работа, но без нее первый этап не имеет смысла.»*

Да, внедрение изобретения включает в себя организацию целого комплекса работ:

а) разработку необходимой по данному изобретению технической документации, в том числе рабочих чертежей и технологических процессов;

б) изготовление и испытание опытных образцов;

в) организацию производства.

Еще этот процесс требует от предприятия большого напряжения, значительных затрат и определенного производственного риска, что нередко вызывает временное снижение экономических показателей деятельности предприятия.



Понятно, закон должен систематически и досконально изучаться министрами и менеджерами госструктур, предпринимателями, патентоведомы и изобретателями.

Процесс инкарнации и реинкарнации патентной субстанции в России осуществляют патентованные юристы. А загадочный патентный сленг (преждепользование, послепользование, формула изобретения...) для судебного корпуса это песнь души. В 1918 году при ВСНХ был создан Комитет по делам изобретений и научно-технический отдел, призванные содействовать развитию науки и техники в республике, внедрению в производство технических новаций. Декрет об изобретениях (1919 г.) отменил патентное законодательство царской России и установил социалистическую форму охраны изобретений – авторское свидетельство. Государство стало обладать исключительным правом на изобретения, отменило гербовые сборы и пошлины за заявления и выданные свидетельства. В патентной игре с авторами правительство взяло на себя все расходы по содержанию «патентного казино», но и взятки (95%!) были его.

Такого поощрения техническое творчество в отношении вознаграждения и льгот по уплате пошлин не имели изобретатели ни в одной стране мира. Лишь в 70-е годы прошлого столетия законодатели стран Запада сообразили ввести в свои законы льготную новеллу – фиксация приоритета новации с отложенными на семь лет экспертизой заявки и уплаты патентных пошлин. Эта новелла нашим ГК ограничена тремя годами – чужая наука нам не впрок.



Патентный закон РФ был принят в спешном порядке в конце 1992 года. Разработчики распространяли слухи о том, что их детище включает лучшие положения прежнего союзного закона и достижения мировой патентной науки, одобрено ВОИС. Но в действительности концептуальные положения «новорожденного» отнюдь не соответствовали высоким патентным нормам. Главное, он не предоставил предприятиям возможность оставлять у себя на время сверхприбыли, полученные от использования изобретений, и направлять их на внедрение новаций. Предприниматель-внедритель инновационный налог (20%) на прибыль «отстегивает» в казну незамедлительно, как и с любого другого вида дохода. Оставшейся частью прибыли (обычно в судебном порядке) предприятие делится с изобретателем. Последний с вознаграждения еще раз платит 13% правительству. При таком игровом раскладе – тройном налогообложении – изобретатель садится на скамейку запасных и с интересом наблюдает, как правительство реализует инновационную игру-политику. Еще думает:

*«Стоит ли игра свеч при экспроприации правительством 33 процентов прибыли от промышленного использования его изобретения и взимании сумасшедших пошлин?».*



В декабре 2017 года СМИ сообщили, что на заседании комиссии Московской городской Думы по науке и промышленности было озвучено:

*«В Москве имплантируется-внедряется менее 1% запатентованных отечественных разработок.»*

Что же делать? Надо просить Главу государства командировать на недельку в Швейцарию премьер-министра. Там он дня за три на спецкурсах познакомится с основами патентного дела в рыночных условиях. Смотришь, к всеобщему удовольствию в стране начнется экономический подъем на инновационных хлебах. Пока же – всех следует определить в патентный ликбез, предполагаемый к организации Минобрнаукой! Можно согласиться с теми, кто утверждает, что главная задача России сегодня – даже не экономика, а кардинальное переустройство образования. Без этого никакой экономики вообще не случится.





# СЕРВИСАМ НЕ ХВАТАЕТ ИНЖЕНЕРОВ

## ВОПРОСЫ И ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ КООПЕРАЦИИ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Светлана Величина  
Фото автора

*Ремонт и обслуживание современного автомобиля – сложный процесс, совсем не похожий на починку «копейки», где в случае чего хватало нескольких ключей и кувалды. Высокоскоростные и оснащенные электроникой машины требуют высокотехнологичного инструмента и высококвалифицированных специалистов, дефицит которых в сфере автосервисного бизнеса и автомобилестроения ощущался всегда. Поэтому на Международном Деловом форуме российских производственных компаний и поставщиков автокомпонентов обсуждались не только технические вопросы, но и образовательные, касающиеся подготовки инженерно-технических кадров.*

Компания «Механика», специализирующаяся на промышленном восстановлении деталей двигателей, капитальном ремонте агрегатов и производстве специализированных станков, оснастки и автокомпонентов организовала этот форум уже в шестой раз. Она является членом Американской ассоциации ребилдеров AERA, партнером ассоциации CONAREM и поддерживает деловые связи со многими странами. В этом году генеральным спонсором мероприятия выступила компания смазочных материалов «Neste» (Финляндия), официальным спонсором – «OE Germany» (Германия). Среди

участников были представители таких крупных немецких компаний, как «Diesel Technic AG», «SM MOTORENTEIL», а также «Miba» (Австрия), «King» (Израиль), «Centrel Automotive Products» (Япония).

На форум съехались более 500 представителей производственного бизнес-сообщества из 35 регионов России и 13 стран мира, которые провели деловые конференции, заседания, секции, тренинги и прочие мероприятия традиционно на берегу Азовского моря – на территории базы семейного отдыха «Казачий берег» у станции Должанская.

Основные темы форума – углубление международной кооперации.

Локализация производства, взгляд российских компаний и иностранных партнеров. Обобщение успешного опыта, обсуждение перспектив. Методы обучения и переподготовки специалистов. Кадры и занятость» – практиками авторемонта, представителями вузов, техническими и бизнес-экспертами, представителями органов власти, обсуждались в нескольких залах, и даже в библиотеке.

Старт форуму на открытой площадке дали соучредители компании «Механика» Дмитрий Даньшов и Олег Кормилицын, директор семейного курорта «Казачий берег» Олег Шкреба и председатель правления «Машиностроитель-



Дмитрий Данилов

ного кластера Республики Татарстан» Сергей Майоров, приехавший на этот форум впервые и ставший, как говорят, героем дня. После коротких приветствий ему поручили перерезать ленточку, а затем и предоставили слово на пленарной сессии для доклада «Развитие международной кооперации в промышленном сотрудничестве. Цифровая индустрия 4.0. Влияние деятельности кластеров на повышение производительности труда».

В группе основных спикеров Сергей Майоров рассказал о «Машиностроительном кластере Республики Татарстан», отметив, что 2018 год для кластера является годом проектов. В ближайших планах – открытие 25 заводов на территории России по выпуску экологически чистого каучука. На них будут перерабатываться бывшие в употреблении автомобильные шины. Такие заводы уже запущены в Татарстане и Китае. Есть еще ряд проектов, которые могут быть реализованы на территории других регионов России: «Создание цифровых фабрик Интернет-вещей», «Умный и безопасный город», «Контрактное производство (снижение затрат на выпуск новой продукции)», «Индустриальный партнер (разработка и производство нового оборудования по готовой доку-

ментации)», «Снижение затрат на обновление грузового автотранспорта (на базе шасси Камаз и Урал)», «Снижение затрат на уборку мусора», «Снижение затрат на электроэнергию при использовании газопоршневых электростанций, изготовленных на базе конвейерных двигателей КАМАЗ», «Инженерный клуб. Импортзамещение технологий ремонта и обслуживания промышленного оборудования».

Об итогах и перспективах развития компании «Механика» участники форума проинформировал коммерческий директор Роман Миляев. Он сообщил, что сегодня компания представлена соб-



Станислав Чуй

ственными филиалами и партнерскими представительствами в 46 городах России, ее производственные мощности включают 13 промышленных предприятий по восстановлению деталей и рециклингу агрегатов.

Первый день форума запомнился, особенно российским предпринимателям, интересным тренингом, организованным финским нефтяным концерном Neste. О смазочных материалах, их ребрендинге и будущем этого бизнеса рассказали директор направления смазочных материалов Neste Теро Ярвинен и начальник по экспорту этой продукции

Оксана Кохан-Поутанен. Состоялись также круглые столы, презентация оборудования компании «Механика» и другие мероприятия.

Программа форума была очень насыщенной. Второй день начался с торжественной посадки аллеи Международного Делового форума, после чего все отправились на мероприятия по своим компетенциям – одни на тренинг от компании OE Germany «Основные неисправности системы охлаждения двигателей», другие – на круглый стол компании King, чтобы больше знать об особенностях конструкции и материалов вкладышей двигателя, третьи – на обсуждение реализации проектов национального промышленного развития путем формирования кадрового потенциала ведущими вузами страны.

Представивший проекты национального промышленного развития и планы по их реализации, в том числе и план развития Арктики, советник министра промышленности и торговли РФ, директор по развитию гражданской продукции и инновациям Концерна «Моринформсистема-Агат» Станислав Чуй уделил внимание, в частности, майским указам Президента России и работе оборонно-промышленного комплекса (ОПК) по диверсификации.

Советник министра назвал три кластера, которые играют исключительную роль в выполнении судостроительной отрасли программы по выпуску гражданской продукции:

«Первый кластер – это государственная Объединенная судостроительная корпорация, потребляющая до 70% комплектующих изделий, и она представляет бизнес-интерес для участников форума. Второй кластер – консорциум «Роснефти», Газпромбанка и «Роснефтегаза» – «Современные технологии судостроения», который строит крупнейшую в России верфь «Звезда» в бухте Большой Камень около Владивостока. Проект реализуется на территории действующего дальневосточного военного завода (ДВЗ «Звезда») и должен стать центром гражданского судостроения и обеспечить внутренний рынок судами и техникой для работы на шельфе, которые Россия пока покупает в Южной Корее и Китае. В верфь уже инвестировано 145,5 млрд руб., но глава «Роснефти» Игорь Сечин, посетив стройку, сказал, что теперь «суммарные инвестиции» составят 200 млрд руб. Уже сформирован заказ примерно на 150 гражданских судов. И третий кластер, очень большой – в Республике Татарстан, который располагает замкнутым циклом производства. Это Зеленодольский судостроительный завод, КБ, которое с ними работает, и завод «Залив» в Крыму, в огромном доке которого было построено единственное в мире гражданское атомное судно, бо-





роздающее северные воды России до сих пор. Кооперация с этими кластерами для участников нашего форума возможно на любом этапе жизненного цикла изделия – от проектирования до производства и обслуживания».

По мнению советника министра, кооперация различных отраслей – судостроения, машиностроения и т.д. должна дать колоссальный синергетический эффект.

Мнением работодателя об инженерном корпусе и выпускниках вузов поделился другой выступающий – генеральный директор ООО «Дилижанс»

### В БАРНАУЛЕ НАЧАЛИ ВЫПУСКАТЬ БЕЗАСБЕСТОВЫЕ ТОРМОЗНЫЕ КОЛОДКИ

На Барнаульском заводе автоформованных термостойких изделий запустили цех, в котором будет производиться продукция, востребованная в США и Европе – безасбестовые тормозные колодки и накладки дискового тормоза.

Продукция нового поколения будет использоваться на грузовых автомобилях, автобусах, прицепах, а также на железнодорожном транспорте. Продукт является инновационным, поскольку соответствует высоким показателям экологической безопасности в связи с применением безасбестовых технологий. При этом сохранены высокие эксплуатационные характеристики тормозных колодок и накладок, в том числе показатели ходимости и безопасности.

Запуск нового производства позволит создать на заводе порядка 30 новых рабочих мест.



Александр Пахомов, в свое время окончивший Московский инженерно-физический институт:

«В нашей компании считают, что самый лучший способ вырастить хорошего специалиста, это найти молодого человека с технической подготовкой, и дальше учить и растить его самим. В результате большинство наших сотрудников работают в компании пятнадцать лет и больше. Наверное, им у нас нравится. Мы проводим различные мероприятия по «командообразованию»,



Александр Пахомов

никогда не ориентируемся на дешевые рабочие руки, для нас хороший специалист, которого мы берем на работу, – это соискатель с твердыми знаниями общетехнических дисциплин и владеющий хорошим русским языком. Но сегодня в компании восемь вакансий и я, к сожалению, не могу их закрыть годами – нет выпускников вузов, удовлетворяющих нашим требованиям. Компании нужны инженеры, так как сегодня просто слесарю у нас делать нечего. Автомобиль 21 века – сложное устройство, и инженерное образование – это залог правильной диагностики поломок и быстрого, качественного ремонта. Но инженеры как-то сторонятся автосервисов, за которыми укрепилась репутация грязного ремонтного «гаража», хотя таких в городах осталось не так много. Лет пятнадцать назад я трудоустроивал инженеров с опытом работы на предприятии. Сегодня я уже не могу их найти. Я даже не могу найти молодого человека, у которого были бы школьные четверки по физике, математике, химии и русскому языку. Отличники и хорошисты идут не в автосервис, а в колледжи, вузы и оттуда в офисы. Наш сотрудник в неделю проводит от двух до пяти собеседований, и одно-два провожу я. Но результат неутешительный».

Александр Пахомов видит причину дефицита кадров в том, что автосервисная отрасль пока что в глазах потребителя имеет негативный имидж, дескать, в авторемонт идут лишь меркантильные работяги с гаечным ключом. Поэтому лучшие инженеры и техники становятся сотрудниками производственных и иных компаний. Чтобы поправить положение, работодателям необходимо менять отношение к организации автосервисной деятельности, к обслуживанию клиентов, и, конечно же, особое внимание уделить улучшению условий работы.

Из стен высшей школы выходит немало хорошо подготовленных специалистов, способных влиться в инновационные коллективы, а многие вузы еще и заботятся не только о качественном образовании, но и о трудоустройстве своих выпускников. Например, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».



Наталья Максимова

Директор Центра карьеры этого учебного заведения Наталья Максимова рассказала о том, как в вузе идет подготовка высококвалифицированных кадров для российских предприятий, раскрыла основные проблемы образования и возможные пути их решения.

Директор обратила внимание участников форума на вызовы времени и будущего – технологии так стремительно меняются, что вузы не успевают разра-

батывать и применять образовательные программы.

«Развитие сетевого общества, экономическая технологическая и культурная глобализация, экологизация, цифровизация всех сфер жизни (вчера только слушали на форуме лекцию о блокчейне), автоматизация, роботизация и мега тренд – это возникающая уникальная скорость изменения. Я не успею закончить свое выступление, как где-то появится новая технология. И вузы за этим практически не успевают. Меняются логистика и логика управления производственным процессом и в конечном счете – система рабочих мест. Со временем произойдет появление гиперфизических систем массового производства с минимальным участием человека. Человеческая деятельность начнет замещаться искусственным интеллектом...».



Николай Вольченко

Уже сегодня ясно, что высшее образование, и об этом говорил на форуме заведующий кафедрой автосервиса и материаловедения Кубанского государственного технического университета Николай Вольченко, в будущем должно стать обязательным, как и среднее школьное образование. Этого потребует высокотехнологичная экономика. Наталья Максимова подтверждает, что в недалеком будущем нас ждет и высокий



У микрофона Тиро Ярвинен

риск возникновения структурной безработицы – незанятые малообразованные люди не смогут найти себе работу, так как навыки, которыми они обладают, не будут востребованы на рынке труда. Такая перспектива ставит перед государством и вузами серьезные задачи, и к их выполнению далеко не все учебные заведения готовы.

В МИСиС ежегодно меняют модели и количество компетенций, востребованных в бизнесе и, тем не менее во многих компаниях разработаны и применяются свои модели, и вузу очень нелегко подстраиваться постоянно под работодателей. «Но делать это необходимо, причем обязательно с привлечением предприятий», – уверена директор Центра карьеры.

Поделитесь многогранным опытом с участниками форума и коллеги из Германии. Генеральный директор ОЕГ, доктор философских наук, автор книги по экономической истории Восточной Европы, член Немецко-Российского Экономического Союза в Гамбурге Ольга Шредер рассказала о формировании кадрового резерва и профессиональной подготовке в немецких вузах и на предприятиях,

а руководитель образовательных программ DRA Роман Эльснер представил доклад о дуальном образовании в Германии и многочисленных социальных образовательных программах для бизнес-сообщества.



Ольга Шредер

Докладчиков за четыре дня набралось больше двух десятков, а почетному гостю – журналисту и телеведущему, политическому консультанту Анатолию Вассерману, который на пленарном заседании выступил с докладом о разделении труда и его влиянии на международную кооперацию, пришлось собирать аудитории слушателей не один раз.

Посетили форум и местные власти. Начальник отдела экономического анализа департамента промышленной политики Краснодарского края Сергей Кривошеев рассказал о поддержке промышленных предприятий руководством края.

Во время форума заключались договоры и соглашения между крупными иностранными производителями и российскими предприятиями и компаниями автосервисного бизнеса.

Участники форума отметили его хорошую организацию и деловую пользу.



# ПО ЗАМКНУТОМУ ЦИКЛУ



## ИНЖИНИРИНГОВОМУ ЦЕНТРУ «КОМПОЗИТЫ РОССИИ» – 7 ЛЕТ!

**Анастасия Вырикова,  
пресс-секретарь МИЦ «Композиты России»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана**

*Фото автора*

*Межотраслевой инженеринговый Центр «Композиты России» – ведущий научный центр по разработке и производству композиционных материалов и изделий на их основе. Центр реализует «замкнутый цикл» инженеринговых и научно-образовательных услуг – от разработки до внедрения технологий и промышленной продукции в ключевые сектора экономики Российской Федерации.*

С 15 июня 2011 года инженеры центра «Композиты России» трудятся в стенах Национального исследовательского университета МГТУ имени Баумана. За семь лет, что существует центр, внедрено в промышленность уже более 50 передовых проектов. Впервые на базе центра открыта магистратура и аспирантура по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов», регулярно проходят более сотни различных курсов повышения квалификации, в том числе и по профильному направлению «композиционные материалы». Кроме того, в центре «Композиты России» уверены, что квалифицированный инженер – это тот, кто стремится стать лучшим специалистом, у кого есть непреодолимое желание искать и творить.

Выпускник МГТУ имени Баумана, директор МИЦ «Композиты России», кандидат технических наук, ученый-материаловед Владимир Нелюб рассказал:

«Мы создаем новое поколение инженеров. Обучение начинается со школьной скамьи и охватывает все звенья образования. Мы открыли свою образовательную сеть из пятидесяти филиалов в Москве, Центр молодежного инновационного творчества и технопарк «ИНЖИНИРИУМ». Мы проводим «Уроки по композитам в школе» в рамках школьных занятий по технологии. Таким образом, помогаем детям определиться с направлением будущей профессии, помогаем найти свою мечту и приблизиться к ее воплощению. С детства девочки и маль-



*Владимир Нелюб*

чишки начинают понимать, что космос, нанотехнологии, робототехника – это не какие-то далекие слова, это то, чем они могут заниматься, что могут изучать уже сейчас.

Несомненно, школьные программы меняются, но нужно понимать, что в школе все-таки дают больше теоретических знаний, пусть и на высоком уровне. В технопарках же идет обучение



с практико-ориентированным подходом. Конечно, программы в любом технопарке разрабатываются в тесном взаимодействии со школьными дисциплинами, но самое важное это то, что реальные производственные кейсы, которые решают школьники, разрабатываются в тесном взаимодействии с организациями промышленности. Они получают шанс попробовать себя на реальном предприятии на реальной работе, такая профориентация очень увлекательна и эффективна.



В технопарке можно не только записаться на какой-то определенный курс. Командой «Композиты России» было разработано специальное направление «Курс молодого инженера» – для самых амбициозных, желающих знать все и сразу, и для тех, кто еще не смог определиться и принять решение. В составе курса наиболее перспективные и динамично развивающиеся отрасли инженерных наук: композиционные материалы, 3D-технологии и робототехника.

Специалисты «Композиты России» в процессе обучения стараются привить любовь к инженерным наукам на долгие годы, поэтому занятия – это не скучные лекции, а эксперименты, рабо-

та в группах и соревнования. Успешное прохождение обучения в технопарке, защита своего проекта и сдача экзамена позволяют абитуриентам получить +10 дополнительных баллов к результатам ЕГЭ.

«Композиты России» – основатели Международного чемпионата по композитам Composite Battle World Cup, который объединяет лучшие технологические практики и композитчиков со всего мира. Опыт проведения Composite Battle лег в основу создания компетенции «Технологии композитов» Чемпионата по стандартам WorldSkills.

«Хороший инженер – это не только знания, талант, это еще и опыт, – отмечает Владимир Нелюб. – Школьники, обучаясь в «ИНЖИНИРИУМ», заключают отложенные трудовые договора с нашими индустриальными партнерами. Потом они идут учиться в «Бауманку», на профильные кафедры, получают там степень магистра или аспиранта и уже имеют гарантированное рабочее место».

«Композиты России» создали систему развития не только своей компании, но и всей отрасли «по замкнутому циклу». Они сами готовят лучших инженеров по тем требованиям, которые выдвигают ТОПовые работодатели, а затем работают в одной команде, выводя отечественную промышленность на новый конкурентоспособный уровень.

«В 2014 году мы создали Московский композитный кластер (МКК), на площадке которого объединили ведущих производителей композитов. Изделия под брендом МКК соответствуют высоким стандартам качества и продаются на площадке Торгового дома нашего кластера, – сообщает Владимир Нелюб. – Мы создали инновационное предприятие «МОСБАЗАЛТ», где идет производство базальтового волокна для обеспечения отраслей промышленно-гражданского и автомобильного строительства».

Среди проектов, которые были внедрены в разные отрасли промышленности, есть композитные надстройки для

судов на подводных крыльях, химически стойкие емкости и трубы для добычи нефти, планер беспилотного летательного аппарата из полимерных композиционных материалов, пространственные размеростабильные конструкции для космических аппаратов, типовые строительные конструкции из наномодифицированных композиционных материалов, композитные детали реактивных двигателей, линейка полимерных сорбентов для лечения сепсиса, а также паталогий беременности, аутоиммунных и онкологических заболеваний и др.

«Безусловно, это заслуга всей нашей команды – академиков и молодых ученых. Мы стремимся к дальнейшему развитию, созданию новых инновационных решений для отечественной промышленности и инжиниринговой отрасли», – итожит Владимир Нелюб.



При создании проекта «Композиты России», переросшего в Межотраслевой инжиниринговый центр, ставилась задача помочь стране в ликвидации отставания в области создания и применения композиционных материалов. И, как показало время, инжиниринговый центр вносит заметный вклад в решении этой проблемы.



# РЕЗОНАТОРЫ В «МИНИАТЮРЕ»

## ИННОВАЦИИ АО «ПЬЕЗО» ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ



А.Ю. Дашкевич



П.П. Миленин



П.Н. Миленин

*Предприятие АО «ПЬЕЗО» создано около 30 лет назад на базе одного из старейших опытно-экспериментальных заводов СССР. В настоящее время АО «ПЬЕЗО» выпускает продукцию категории качества «ВП» и общепромышленного назначения.*

Среди выпускаемой продукции:

- пьезоэлектрические резонаторы в миниатюрном и микроминиатюрном исполнении в металлических и металлокерамических корпусах с использованием монокристаллов искусственного пьезо-кварца;

- пьезоэлектрические генераторы тактовые, управляемые напряжением и др.;

- чувствительные элементы датчиков на основе искусственного кварца для нефтеперерабатывающей промышленности.

Потребителями изделий АО «ПЬЕЗО» являются ведущие предприятия оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России, такие как: АО НПО «ЛЭМЗ», АО «КОМЗ», АО НПК «КБМ», ПАО «САТУРН» и другие.

Изделия АО «ПЬЕЗО» применяются в зенитных ракетных системах большой и средней дальности С-400 «Триумф», в основных боевых танках Т-90, противоракетах ближнего перехвата 53Т6 (Газель) и других изделиях ОПК России.

АО «ПЬЕЗО» выпускает резонаторы типа РК456 в диапазоне от 3,5 до 256 МГц, обладающие высокой эксплуатационной надежностью, миниатюрностью (объем 0,75–0,2 см<sup>3</sup>), низким динамическим сопротивлением, высокой температурной и долговременной стабильностью частоты, высокой точностью заданной частоты (точностью настройки на номинальную частоту) и рядом других эксплуатационных и параметрических характеристик. Эти резонаторы разработаны с целью импор-

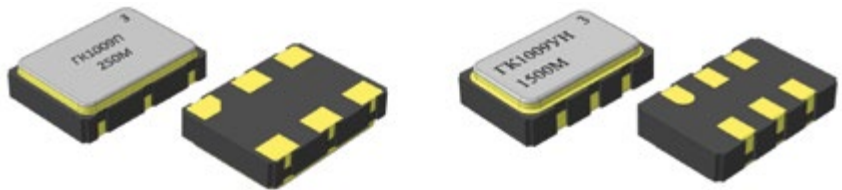


Рис. 1. Генераторы кварцевые GK1009 в металлокерамических корпусах размером 7×5 мм и 5×3,2 мм

тозамещения аналогичных изделий, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами Германии, Англии, Франции, США и их филиалов в Юго-Восточной Азии.

Резонатор РК463 производства АО «ПЬЕЗО» является единственным в мире резонатором, выпускаемым серийно, выдерживающий пиковое ударное ускорение одиночного действия 30 000 g длительностью 0,1 – 0,6 мс.

АО «ПЬЕЗО» изготавливает широкий спектр кварцевых генераторов, ключевой особенностью которых является надежность и долговечность. Кварцевые генераторы в корпусных исполнениях DIP-8 и DIP-14 для выводного монтажа обладают высокой стабильностью частоты от изменения напряжения питания и при старении. Кварцевые генераторы в микроминиатюрных корпусных испол-

нениях SMD7050 и SMD5032 обладают широким функционалом и высокой ударопрочностью. За последние два года производственная линейка предприятия пополнилась двумя инновационными кварцевыми генераторами – GK1009-МФ и GK1004П.

Многофункциональный кварцевый генератор GK1009-МФ представляет собой конфигурируемый синтезатор частот от 8 до 1500 МГц в корпусных исполнениях SMD7050 и SMD5032, с возможностью выбора одного из трех типов сигнала: LVCMOS, LVDS, LVPECL. Генераторы могут изготавливаться как простые, так и управляемые напряжением. Спрограммированной настройкой конфигурации генератора стало возможно изготавливать 18 различных модификаций, отвечающих различным требованиям потребителей.

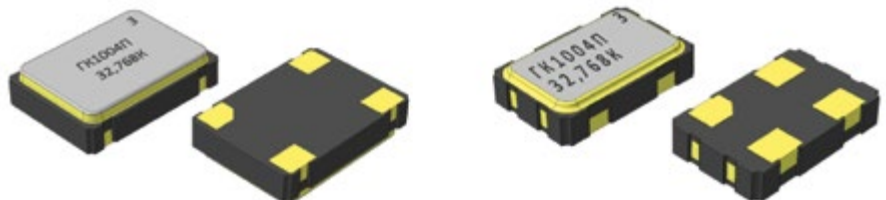


Рис. 2. Генераторы кварцевые GK1004 в металлокерамических корпусах размером 7×5 мм и 5×3,2 мм

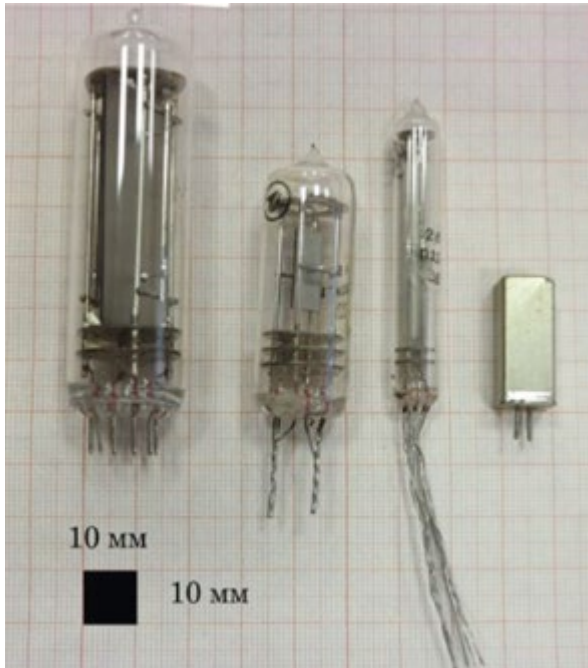


Рис. 3. Резонаторы, разработанные в 1960-1970 годы

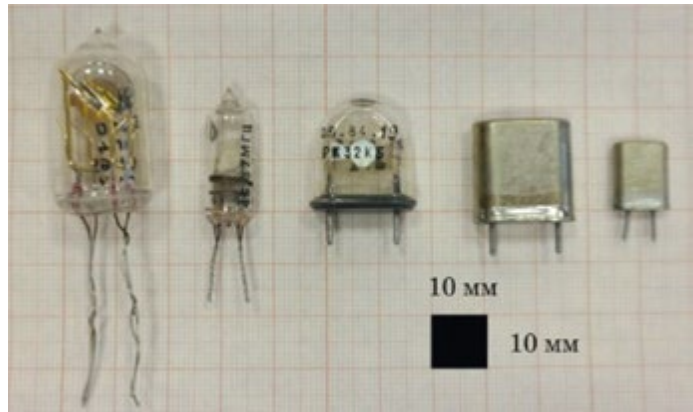


Рис. 4. Резонаторы, разработанные в 1970-1980 годы

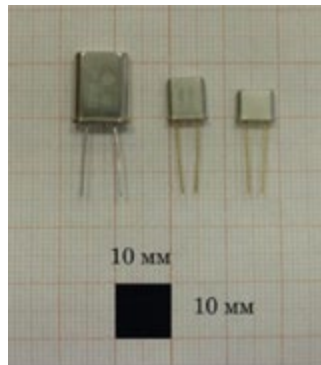


Рис. 5. Резонаторы, разработанные в 1990-1995 годы

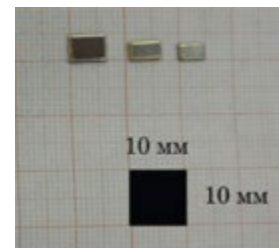


Рис. 6. Резонаторы, разработанные в 2005-2018 годы

Ключевой особенностью ГК1009-МФ является возможность их изготовления с двумя или четырьмя переключаемыми номинальными частотами. Данная особенность позволяет потребителю в случае необходимости изменять опорную частоту на любую другую, указанную при заказе, при этом не меняя сам генератор. Данная возможность генераторов ГК1009-МФ является уникальной для отечественного и зарубежного рынка кварцевых генераторов.

Простой кварцевый генератор ГК1004П представляет собой источник опорной частоты 32,768 кГц с широким диапазоном рабочих напряжений от 1,8 до 5,0 В, сверхнизким потреблением тока, не более 175 мкА, выполненный в корпусных исполнениях SMD7050 и SMD5032. Данный генератор способен работать в широком диапазоне температур от минус 60 до плюс 125 °С и является уникальным для отечественного рынка кварцевых генераторов.

С целью импортозамещения иностранных приборов, применяемых при добыче нефтяного и газового сырья, была разработана технология изготовления датчика давления на основе монокристаллического кварца, применяемого для измерения гидростатического давления и давлений в нефтяных и газовых скважинах. Использование разработанной технологии и конструк-

ции позволяет изготавливать датчики с диапазоном измерения давления не менее 100 МПа, для работы в агрессивных средах при температурах до 200 °С. Разработанные датчики имеют лучшую чувствительность и долговременную стабильность по сравнению с зарубежными аналогами. Изготовление отечественного датчика давления позволяет нефтеперерабатывающим компаниям снизить зависимость от иностранных производителей, снизить закупочную стоимость, а улучшенные характеристики этого датчика позволяют увеличить эффективность процесса добычи углеводородов.

Если потребителями продукции АО «ПЬЕЗО» в 2000 году было около 40 предприятий России, то в первом полугодии 2018 года их стало более 250. Это стало возможным в результате целенаправленной работы АО «ПЬЕЗО» по повышению надежности, долговременной стабильности и рядом уникальных параметров выпускаемых изделий.

Для этого на АО «ПЬЕЗО» постоянно проводятся обновление технологического оборудования, совершенствование технологических процессов изготовления продукции, повышение квалификации рабочего персонала и инженерно-технических работников. Предприятие занимается также модернизацией выпускаемых изделий и раз-

работкой новых при непосредственном участии заказчиков, что позволяет выпускать продукцию, востребованную на рынке.

Эволюцию изделий можно проследить по рис. 3, 4, 5, 6, где показано уменьшение габаритных размеров изделий с обеспечением улучшенных электрических параметров. Миниатюризация и улучшение электрических параметров стало возможным благодаря проводимым исследованиям по совершенствованию конструкций изделий и технологических приемов их производства.

Были разработаны технологии: формирования обратной мегаструктуры на кристаллических элементах, формирования поверхностей кристаллических элементов, формирования электродных покрытий. Применены инновационные подходы к контролю качества выпускаемой продукции, что обеспечило предприятию отсутствие признанных рекламаций в течение последних трех лет. Действующая на предприятии система менеджмента качества позволяет контролировать производство на всех этапах изготовления продукции и своевременно проводить предупреждающие и корректирующие действия. Полученные заделы в научном потенциале, человеческих ресурсах позволяют прогнозировать уверенное развитие предприятия на ближайшее десятилетие. **РИ**





## В ЦНИИЧЕРМЕТ РАЗРАБОТАЛИ ВЫСОКОДЕМПФИРУЮЩУЮ СТАЛЬ

Дмитрий Ливинский

*В последние годы шумовое загрязнение становится серьезной угрозой для человечества. Одним из эффективных методов снижения уровня шума и вибрации в промышленности является использование металлических конструкционных материалов с высокой демпфирующей способностью. Но мало кому известно, что высокодемпфирующая сталь, обладающая поистине уникальным сочетанием свойств, впервые в мире создана в России – в ЦНИИчермет им. И.П. Бардина. Перспективность отечественной разработки успешно подтверждена в промышленных условиях.*

Статистика показывает, что значительное количество поломок и аварий в машиностроении происходят в результате резонансных колебаний. Экономически более выгодным и действенным, а в ряде случаев и единственно приемлемым способом уменьшения паразитных вибраций и шумов, считается использование для различных конструкций и деталей сплавов высококого демпфирования (СВД). Проще говоря, они позволяют подавлять, уменьшать или устранять вредные колебания в системах, машинах, механизмах и приборах.

При прочих равных условиях изделие из сплава, обладающего высоким демпфированием, окажется более на-

дежным при значительной вибрационной нагрузке, чем аналогичная деталь, изготовленная из другого металла. Это открывает перед промышленностью новые производственные возможности и существенно расширяет сферу применения СВД.

Что и говорить – перспективы заманчивые! В 1989 году в рамках Госпрограммы «Перспективные материалы» было принято решение о создании в СССР демпфирующей стали. ЦНИИчермет им. И.П. Бардина получил соответствующее задание.

В 1991 году, после напряженных исследований и многочисленных опытов, ученые и специалисты института создали первые в мире образцы экономичной



## Российское изобретение заметили и оценили на Западе. В 1997 году на 46-й Всемирной выставке инноваций, исследований и новых технологий «Эврика-97» в Брюсселе сталь 01Ю5Т получила золотую медаль.

высокодемпфирующей стали. Сплав получился достаточно простым по химическому составу. Себестоимость производства металла оказалась невысокой. В 1993 году на Златоустовском металлургическом заводе впервые осуществили промышленную выплавку одной тонны стали марки 01Ю5Т.

Попытки создать экономичную демпфирующую сталь предпринимались и в других странах. Как стало известно позже, по данной тематике интенсивно работали в Японии. Но японский металл по механическим свойствам уступал нашему в 1,5 раза! Да и цена подкачала.



По расчетам российских специалистов, японская демпфирующая сталь минимум в 10–15 раз дороже своего российского аналога – 01Ю5Т!

Отечественная экономичная промышленная сталь марки 01Ю5Т прекрасно справляется со своей главной задачей – борется с вибрацией и шумом. Одна из ее ключевых характеристик – демпфирующая способность. Самые лучшие образцы сплава поглощают до 50% подведенной за один цикл упругой энергии. Иными словами, демпфирующая способность новой стали около 50%, простой – около 1%. По сравнению с обычными металлами они гасят до половины возникающих в изделии вибраций!

Российское изобретение заметили и оценили на Западе. В 1997 году на 46-й Всемирной выставке инноваций, исследований и новых технологий «Эврика-97» в Брюсселе сталь 01Ю5Т получила золотую медаль.

В 2013 году в России произошел эволюционный рывок в развитии производства экономичной промышленной высокодемпфирующей стали для массового применения. ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина совместно с одной металлургической компанией провели масштабный эксперимент по изготовлению опытно-промышленной партии стали 01Ю5Т. Выплавка производилась в металлургическом агрегате объемом 350 тонн с последующим внепечным рафинированием в ковше и непрерывной разливкой на слябовую заготовку. По данным из открытых источников,



чилось – плавка, непрерывная разливка и прокатка прошли успешно.

Переход к крупнотоннажному производству позволяет не только резко снизить себестоимость металлопродукции, но и дает реальную возможность изго-

**Сталь 01Ю5Т – это инновационный и уникальный в своем роде продукт, которому, судя по открытым публикациям, нет аналогов в Западной Европе и США. Сплав позволяет изготавливать принципиально новую продукцию, одновременно обладающую и высокой конструкционной жесткостью и потрясающей на сегодняшний день демпфирующей способностью (поглощает до 40-50% вибрационной энергии).**

полноценная промышленная выплавка демпфирующей стали в таком объеме была осуществлена впервые в мире!

Выплавка стала испытанием для специалистов. В процессе литья надо было защитить от окисления богатый алюминием расплав и создать условия для непрерывной разливки. Но все полу-

товления массивных элементов различных конструкций.

Где может успешно применяться уникальная разработка отечественных ученых и металлургов? Ответ банально прост – практически везде! Среди перспективных отраслей применения – тяжелое машиностроение, железнодорожный





и автомобильный транспорт, судо- и приборостроение, авиакосмическая и станкоинструментальная промышленность, дорожно-строительная и даже бытовая техника.

Весьма перспективно использование демпфирующих сталей в судостроении. При эксплуатации судов и боевых кораблей вибрация и шум зачастую затрудняют нормальную работу экипажа и гидроакустики. На одной из презентаций с разработкой ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина ознакомились специалисты крупнейшей судостроительной компании России – Объединенной судостроительной корпорации. Экспертов заинтересовали впечатляющие характеристики 01Ю5Т. Ученые института и судостроители обменялись мнениями о возможностях применения сплава в отечественном судостроительном комплексе.



Направивается применение демпфирующей стали на железной дороге и в метро. Эти виды транспорта – одни из рекорсменов шумового загрязнения городов. Снижение уровня шума и вибрации, безусловно, сделает ежедневные путешествия десятков миллионов жителей России намного более приятными и комфортными. Но, надо понимать, что даже для простого перечисления возможных способов применения демпфирующей стали в этой статье места просто не хватит.

Теперь подробнее о преимуществах, которыми обладает разработка ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина. Сталь 01Ю5Т – это инновационный и уникальный в своем роде продукт, которому, судя по открытым публикациям, нет аналогов в Западной Европе и США. Сплав позволяет изготавливать принципиально новую продукцию, одновременно обладающую и высокой конструкционной жесткостью, и потрясающей на сегодняшний день демпфирующей способностью (поглощает до 40-50% вибрационной энергии).

Специфическое сочетание демпфирующих, механических и потребительских свойств позволяет использовать данный сплав в изделиях, которые

**В 2013 году в России произошел эволюционный рывок в развитии производства экономичной промышленной высокодемпфирующей стали для массового применения. ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина совместно с одной металлургической компанией провели масштабный эксперимент по изготовлению опытно-промышленной партии стали 01Ю5Т. Выплавка производилась в металлургическом агрегате объемом 350 тонн с последующим внепечным рафинированием в ковше и непрерывной разливкой на слябовую заготовку. По данным из открытых источников, полноценная промышленная выплавка демпфирующей стали в таком объеме была осуществлена впервые в мире!**

эксплуатируются в тяжелых условиях, при одновременном воздействии температуры и мощной вибрационной нагрузки. Материал обладает жаропрочностью и жаростойкостью. Его можно применять при температурах до 600 °С. Хотя многие известные СВД теряют свою демпфирующую способность при температурах уже 120–150 °С. Стойкость против окисления при температурах до 1000 °С – в десятки и сотни раз выше, чем у низколегированных сталей. 01Ю5Т может эксплуатироваться и при отрицательных температурах. Коррозионная стойкость – как минимум не хуже других сталей.

В богатом ассортименте преимуществ отечественной разработки и меньшая, по сравнению с традиционными сталями, плотность. Что это дает? Выигрыш в весе до 8,5%! Экономия составит 85 граммов на каждый килограмм изделия (это весьма критично для любого транспорта).

И еще одно немаловажное достоинство. Детали, механизмы и конструкции

из высокодемпфирующей стали 01Ю5Т обладают повышенным ресурсом работы за счет уменьшения вибрационного износа.

Далеко не последнюю роль при внедрении нового материала играет экономическая целесообразность. Но коммерческую тайну никто не отменял. Поэтому завуалированно можно сказать, что потенциальные заказчики будут приятно удивлены ценой на столь прорывной продукт!

Преимущества для производителей понятны, а что получит простой потребитель? Меньший уровень шума и вибраций в наших городах, квартирах, машинах, на улицах, сохраненные нервные клетки и позитивное настроение.

...В настоящее время в России практически все готово для широкомасштабного промышленного производства экономичной высокодемпфирующей стали марки 01Ю5Т. Наша сталь обладает высоким потенциалом продаж не только на отечественном рынке, но и за рубежом.

**РИ**



# ИННОВАЦИОННАЯ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВАЯ

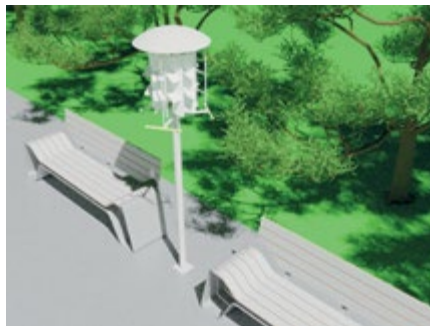
## РОССИЙСКИЕ ИНЖЕНЕРЫ ИЩУТ БОЛЕЕ СОВЕРШЕННУЮ МОДЕЛЬ ВЕТРОУСТАНОВКИ



*Энергией ветра люди пользуются, наверное, с тех пор как научились ставить на лодки парус. Затем появились парусные суда, ветряные мельницы. Желание заставить ветер работать по-настоящему пришло к изобретателям и ученым с появлением электрического тока. Строить ГЭС и АЭС дорого и небезопасно, а солнечные батареи выгодны лишь там, где есть много солнца. А вот ветер с большей или меньшей силой дует везде круглые сутки, и крылатые ветрогенераторы стали уже чуть ли не символом Европы. А что же у нас? Об изобретениях в этой области – статья эксперта по ветроэнергетике московской компании «Синтек Солюшн» Сергея Геллера.*

Впервые в России в Ульяновской области строится серьезная ветростанция (35 МВт). 14 ветряков финской компании «Фортум» обойдутся стране в 65 млн евро. А недавно на инвестиционном форуме в Сочи глава Карелии Артур Парфенчиков и генеральный директор АО «НоваВинд» – дивизиона «Росатома» Александр Корчагин обсудили планы строительства на берегу Белого моря в Карелии ветропарка мощностью до 60 МВт. Проект ветроэлектростанции (ВЭС) планируется реализовать в 2021–2022 годах за счет перераспределения объемов, отобранных по договорам поставки мощности. Корчагин отметил, что «НоваВинд» проводит самую масштабную программу локализации производства ветроустановок. При этом Карелия обладает достаточным потенциалом для развития ветроэнергетики.

Такая замена тепловым станциям не может не радовать. Но с другой стороны, это те же гигантские пропеллеры, что давно уже вторглись в пейзажи стран Запада. Они стоят вдали от жилья, так как генерируют вредный инфразвук. Такие турбины имеют неустранимо большой срок окупаемости, компенсируемый только лишь дотациями в виде льготных тарифов на электроэнергию. Эти турбины всесторонне изучены, но, на мой взгляд, исчерпали потенциал развития.



Более перспективны турбины иного рода – вертикально-осевые. Их история началась еще со времен вавилонского царства. Современные собратья имеют вместо сбитых из досок щитов лопасти с профилем самолетного крыла. Они бесшумны и не требуют больших капитальных затрат, проще и дешевле в обслуживании, нежели горизонтально-осевые турбины.

Автором этой статьи разработана вертикально-осевая турбина принципиально новой «архитектуры». Использован принцип интересного явления Природы – смерча (торнадо).

Вертикально-осевые ветряные турбины стали современным трендом. Перспективность вертикально-осевых ветротурбин подтверждается даже тем, что на состоявшейся в Канаде в июне 2008 года 8-й Всемирной конференции по ветроэнергетике в секции «Конструкция ветроустановок» все доклады

(из США, Канады, Саудовской Аравии и др.) были посвящены именно таким ветрогенераторам (аббревиатура VAWT в англоязычной литературе). Производятся, как правило, ВЭУ с роторами, имеющими прямые лопасти, более половины роторов имеют концевые пластины на лопастях. Форма профиля лопасти не указывается, однако судя по имеющимся фотографиям, в большинстве из них применены лопасти с несимметричным профилем. Удлинение лопастей  $\lambda = H / V$  (где  $H$  – высота лопасти,  $V$  – длина хорды профиля лопасти) составляет от 4–5 (Китай, Германия) до 8–10 (США, Китай). Довольно постоянно у большинства предлагаемых роторов соотношение  $H / D$  ( $D=2R$ , где  $R$  – радиус вращения лопастей вокруг центральной ротора), которое составляет в среднем  $(1,05 \div 1,15) \pm 5\%$ . Подавляющее число таких турбин имеют или три или пять лопастей, очень редко встречаются роторы с четырьмя или шестью лопастями.

Общей теории вертикально-осевых турбин нет до сих пор. Недостатком этих систем принято считать коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ), составляющий примерно треть от энергии ветра в створе ротора. Это относят к якобы наиболее совершенным из них – турбинам Дарье, предложенным еще в 1926-м году. За минувший век появились атомные авианосцы, орбитальные беспилотники и даже умные часы. Но



что-то мешает превзойти турбины давно умершего месье Дарье... Не те же ли причины, по которым маститые ученые отказывали в праве на существование летательным «аппаратам тяжелее воздуха» в XIX веке? Думается, именно они.

В 2012 году в Омске вышла книга Д.Н. Горелова «Аэродинамика ветроколеса с вертикальной осью вращения» (Институт математики Сибирского отделения РАН). Обращает на себя внимание тираж – всего 100 экз. С позиций «всезнающей науки», признающей очевидное только после реализации инженерами – самолет братьев Райт, ракета ФАУ-2 (ученое сообщество Лондона поверило в нее первым!) – в книге Дмитрия Николаевича излагается сущая ересь. В чем же ее суть? В частности, в этих строках: «Незыблемым остается утверждение, что энергетические характеристики ротора Дарье ограничены предельными характеристиками ветроколеса пропеллерного типа. Такие выводы мне представляются сомнительными».



Рис. 1. Вертикально-осевая ветротурбина (VAWT) «архитектуры» Сергея Геллера

Далее поясняется, что лопасти вертикальной турбины обтекает пульсирующий поток, аналогичный тому, что создает летящая птица. Хотя теория идеального пропеллера создана для стационарного воздушного потока (<http://x-vint.ru/index12.html>). Ранее это положение было обосновано в работе Д.Н. Горелова. «Проблемы аэродинамики ветроколеса Дарье», Теплофизика и аэромеханика. Т. 10. – 2003. – № 1. – С. 47–51.

Если же отбросить в сторону псевдопарадигму о пределе КИЭВ роторов любого типа в 59,3%, то остается признать, что энергетические возможности вертикально-осевых турбин не ограничены тем пределом, который установлен теорией для пропеллерных ветряных

генераторов. Исходя из этих резонных положений, я пришел к идее вертикально-осевой ветротурбины (VAWT) новой «архитектуры». В ней использован принцип природного явления – смерча. Турбина превращает поток ветра в восходящий вихрь, который «наматывается» на многолопастный ротор, как кокон. Лопасти мешают прохождению воздуха напрямую, он спирально обтекает полость ротора, передавая трением ему свою энергию. Поток взаимодействует не только с этими лопастями, но и со связанными с ротором наклонными антикрыльями. С верхом лопастей соединена горизонтальная крыльчатка. Она также взаимодействует с восходящим вихрем. Такая совокупность признаков создает парадоксальную возможность увеличения ометаемой ветром площади ротора без увеличения его габаритов, поскольку ометается не только внешняя его поверхность. Смотрите изображение турбины на Рис. 1.

В 2016 году были изготовлены две действующие модели таких турбин. Высота вертикальных лопастей и поперечные габариты роторов равнялись 800 мм. Все упомянутые выше элементы ротора имели аэродинамический профиль Clark Y. Толщина профиля 11% от длины хорды. Обе модели имели горизонтальные крыльчатки с девятью лопастями, каждая из которых связана с одной из вертикальных лопастей ротора и с центральной мачтой, которая вращается совместно со всей конструкцией. Первая модель Рис. 2 имела девять антикрыльев, вторая – 18. При скорости ветра 11 м/с вторая турбина развила мощность 220 Вт и имела на холостом ходу частоту вращения около 80 об/мин. Обе турбины работали в приземном пограничном слое, стоя на канцелярском столе. Это не помешало им достичь КИЭВ 0,42 и 0,48 соответственно, что не уступает горизонтально-осевым турбинам, вынесенным за пределы зоны турбулентности посредством монтажа на высокие мачты.

На турбине номер два был замечен снос ее по поверхности стола в направлении, перпендикулярном направлению ветра. То есть впервые обнаружено, что эффект Магнуса справедлив не только для тел вращения со сплошной поверхностью. Таким образом, открывается возможность использовать турбину не только как ветрогенератор, но и освоить новое направление в судостроении путем использования этой турбины еще и в качестве движущих установок небольших судов и больших кораблей (в дополнение к основным силовым установкам) для экономии топлива. Вращающаяся турбина при взаимодействии с ветровым потоком вызывает поперечную силу, движущую корабль, а на стоянке турбина вращает генератор, вырабатывающий



Рис. 2. Действующая модель турбины с девятью антикрыльями

электричество. Более подробно о судах с двигателем на основе эффекта Магнуса можно прочитать на сайте: <https://www.popmech.ru/technologies/11383-parusa-vide-kolonn-effekt-magnusa/>

Хотя эти вертикальные роторы и вертикальные крылья создают силу, движущую корабль, с помощью ветра, так же как и старые паруса, роторы Магнуса требуют внешнего привода для их вращения, а крылья требуют вентилятора опять же с внешним приводом. И, кроме того, эти две установки не способны вырабатывать энергию при воздействии на них ветра.

Приоритет ветротурбины на сегодня защищен следующими документами. Это – Решение о выдаче патента РК по заявке 2015/470.1 «Ветроэнергетический агрегат» и Решение о выдаче патента РК по заявке 2016/0104.1 «Ротор ветродвигателя».

Специалистами ростовской группы компаний РОСТЕХНО подготовлены усовершенствования, выходящие за рамки данной статьи и делающие экономически не целесообразными попытки вывода на рынок третьими лицами контрафактных копий прототипа.

Серийное производство, выход на международный рынок будут зависеть от степени успешности испытаний усовершенствованного образца, дизайн которого значительно отличается от дизайна прототипа, является ноу-хау и раскрытию не подлежит. Мы надеемся, что наша турбина превзойдет лучший мировой аналог в своем классе – вертикально-осевую турбину одной баварской компании, имеющую близкие габариты.

## ВЕРТИКАЛЬНО ОСЕВЫЕ ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ

**ПЛАНИРУЕМЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ**

**1**

**СОВМЕСТНО С АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ КОМПАНИЯМИ ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ БУДУТ ВСТРАИВАТЬСЯ В ГОРОДСКИЕ ЗДАНИЯ, НА КРЫШАХ ИЛИ ПОД КРЫШАМИ ЗДАНИЙ.**

При этом не имеет значения, как ориентированы здания и установленные в них ветряные турбины по отношению к направлению ветра, в отличие от горизонтально - осевых турбин. Мощность этих трех ветряных турбин 150 кВт.



**2**

**ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ БУДУТ МОНТИРОВАТЬСЯ КАК ОТДЕЛЬНО СТОЯЩИЕ ОБЪЕКТЫ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ, ГДЕ НЕТ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.**



Перспективные места для установки ветряных турбин мощностью 50 кВт выбираются на основании анализа метеоданных с учетом следующих факторов:

- Доступность линий электропередач и подстанций для выдачи мощности;
- Топография местности и высота над уровнем моря;
- Наличие транспортных коммуникаций;
- Наличие потребителей энергии;
- Возможность строительства ВЭС;
- Наличие предварительных проработок по строительству ВЭС.

Возможность сбыта в этом направлении подтверждается сбитом конкурирующих продуктов, в частности, конструкции Болотова. Поскольку мощность наших турбин от трёх до семи раз больше, то сфера продаж значительно возрастает.

**3**

**ВЕТРЯНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 1 МВАТТ БУДУТ СТРОИТЬСЯ НА МОРСКИХ ПОБЕРЕЖЬЯХ, КОТОРЫЕ БУДУТ СОСТОЯТЬ ИЗ ТРЁХЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ С УСТАНОВЛЕННЫМИ В НИХ 24-МЯ ВЕТРЯКАМИ.**



В последнем случае постоянно направления ветра имеет значение, поскольку турбины устанавливаются в здании в шахматном порядке и не должны загораживать друг друга от ветра. Такие электростанции будут снабжать электроэнергией курортные комплексы на Средиземном, Эгейском и Балтийском морях, а также на Атлантическом и Индийском океанах (Испания, Индия, Китай, Малайзия).

**4**

**ПЛАНИРУЕТСЯ ПРОИЗВОДСТВО МОБИЛЬНЫХ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ МОЩНОСТЬЮ 20 КВТ**




**ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ НАШЕЙ ТУРБИНЫ ОТ КОНКУРЕНТОВ**

1. Мощность снимается электрогенератором не с оси, а с периферии ротора.
2. Вертикальные лопасти взаимно перекрывают друг друга с образованием направляющего аппарата. Это не даёт воздуху свободно перетекать на другую сторону ротора. Воздух сминает снаружи наветренные лопасти, а изнутри – подветренные. Образуется восходящий вихрь. Увеличивается площадь, на которую воздействует воздушный поток.
3. На выходе энергия восходящего потока отбрасывается горизонтальной крыльчаткой, что повышает коэффициент использования энергии ветра (КИЭВ) до 48...50 %.
4. На внешней поверхности вертикальных лопастей установлены наклонные антирылья, создающие дополнительный крутящий момент.

**АБСОЛЮТНАЯ МИРОВАЯ НОВИЗНА ПРИЗНАНА ЗАКЛЮЧЕНИЕМ МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РК.**

**СХЕМА ПОЗВОЛЯЕТ СОЗДАТЬ КРУПНОРАЗМЕРНЫЕ ВЕТРЯНЫЕ ТУРБИНЫ, ДИАМЕТР РОТОРА КОТОРОГО ПРЕВЫШАЕТ 5 МЕТРОВ, А ВЫРАБАТЫВАЕМАЯ МОЩНОСТЬ ПРЕВЫШАЕТ 30КВТ.**

## ШКОЛЬНИЦА ПРЕДСТАВИЛА НА INTEL ISEF НЕФТЯНОЙ «ПЫЛЕСОС»

Ученица инженерного класса НИТУ «МИСиС», одиннадцатиклассница московской школы № 1080 Алена Никифорова выиграла российский этап международного конкурса Intel International Science and Engineering Fair и продемонстрировала свою научно-практическую разработку – нефтяной «пылесос» – в американском городе Питтсбурге.

Алена Никифорова разработала инновационный метод получения гидрофобного покрытия для создания на его основе устройств очистки поверхности воды от масел, эмульсий и нефтепродуктов. По сути, она придумала фильтр для уникального нефтяного «пылесоса», который может эффективно собирать нефтяную пленку с поверхности моря или океана после аварий и несчастных ситуаций в нефтяной промышленности, не нарушая водного баланса. Алена, в составе научной группы, уже получила патент на изобретение.

Научный руководитель проекта – заведующий кафедрой физической химии НИТУ «МИСиС» профессор Михаил Астахов.

По разработанной методике гидрофобизации на кафедре физической химии НИТУ «МИСиС» был получен образец на основе высокопористого шамота – огнеупорного кирпича, простого и экологичного материала. Такой материал

может являться промышленной основой фильтра для прибора по очистке воды от масел и нефтепродуктов.

Проект Алена Никифорова начала разрабатывать в 10 классе под руководством наставников-материаловедов из НИТУ «МИСиС». Весной 2017 года она успешно презентовала его на студенческих Днях науки университета, а затем во Всероссийском образовательном центре «Сириус» (г. Сочи), где продолжила работу с преподавателями НИТУ «МИСиС» в рамках легкой проектной смены «Большие вызовы» по направлению «Новые материалы».

В октябре 2017 года Алена Никифорова представила свой проект на российском отборочном туре конкурса Intel ISEF – крупнейшего международного довузовского научного конкурса – и вошла в число четырех победителей, которые представили Россию на состязании юных ученых и разработчиков в США. Каждый год приблизительно более 2 тыс. учеников старших классов из 75



стран демонстрируют свои исследования и соревнуются за призовой фонд в 4 млн долларов. В 2018 году Россию представили четыре участника.

Проект «Инженерный класс в московской школе» реализуется Департаментом образования города Москвы совместно с лучшими техническими вузами и высокотехнологичными предприятиями города. Основной задачей проекта является создание современных форматов обучения, которые позволили бы школьникам использовать уникальные образовательные возможности столицы.

«Инженерный класс в московской школе» – один из многочисленных проектов по профессиональной навигации, в которых участвует НИТУ «МИСиС». Более 2 тыс. старшеклассников из 35 московских школ учатся сегодня в инженерных классах этого университета. Лучшие выпускники инженерных классов получают дополнительные баллы к результатам ЕГЭ при поступлении в НИТУ «МИСиС». **PI**



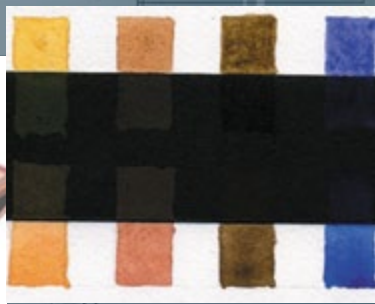
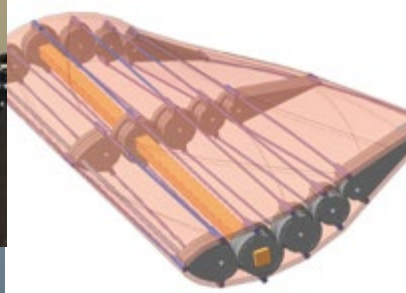
# РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№03 (60)

сентябрь 2018

## НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



# ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ТЕХНИКИ В АРХИТЕКТУРНОЙ ГРАФИКЕ

## ARTISTIC TECHNIQUES IN ARCHITECTURAL GRAPHICS



**Надежда Приказчикова**,  
доцент кафедры архитектуры  
и градостроительства  
Астраханского государственного  
архитектурно-строительного  
университета, член Союза  
художников РФ,  
заслуженный работник культуры РФ



**Алексей Приказчиков**,  
архитектор, член Союза  
архитекторов России,  
доцент кафедры архитектуры  
Астраханского государственного  
университета

**АННОТАЦИЯ:** В данной статье речь идет о техниках изображения, используемых в архитектурной подаче. С самого расцвета применения техник в Европе до массового их использования. Со времен Возрождения акварель в связке с математическими расчетами выдавала потрясающие результаты в выразительности и наглядности архитектурного образа проектируемых зданий. Многообразие стилей и техник придавали особенный шарм графическим изображениям. Со временем эти изображения получили высокую художественную ценность, стали предметом коллекционирования. Существовали различия в техниках подачи акварели. Непосредственные различия были в составе красок, стилях их применения и инструментах, таких как кисти бумага и т.п. Кроме акварели, применялись и материалы позволявшие выполнять быстрые академические зарисовки с натуры. Полученные изображения помогали в дальнейшем передавать истинность цветового тона, воздушность и разноплановость пространства. Математические расчеты перспективных видов могли выполняться при наличии таких эскизов, что облегчало дальнейшую работу над подачей, с последующей обводкой тушью. Все техники, изложенные в данной статье, по своему интересны и применяются в зависимости от предпочтений и задач.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** акварель, карандаш, сангина, уголь, краски, бумага, цвет, тон, графика, стиль, архитектура, возрождение.

**ABSTRACT:** This article deals with the techniques of representation used in architectural presentation from the heyday of their putting to use in Europe to massive use. Since the Renaissance, a watercolor combined with mathematical calculations has produced magnificent results in the expressiveness and visibility of an architectural character of designer buildings. A variety of styles and techniques gave a special charm to graphic images. In the course of time, these images received a high artistic value and they became a collector's piece. There were some differences in the techniques of watercolor painting. The immediate differences were compositions of paints, styles of their usage and tools such as brushes, paper, etc. In addition to watercolors, some materials were used that allowed drawing fast academic sketches from nature. In future the gotten images helped to convey the truth of the color tone, the airiness and the diversity of the space. The mathematical calculations of the perspective views could be made in the presence of the sketches which facilitated a further work on presentation with an inking afterwards. All the techniques represented in this article are interesting in their own way and they are used in depending on preferences and tasks.

**KEY WORDS:** watercolor, pencil, sanguine, coal, paint, paper, color, tone, graphics, style, architecture, revival.

**В период с XIII века появляются первые изображения строительных устройств, механизмов и построек, а также кратких пособий по строительству и возведению зданий. Традиции, заложенные в искусстве изображения, были скорректированы в XV веке, в частности, новым представлением о человеке и его образе жизни. Окончание XV века ознаменовало появление изображений механизмов, использующихся для создания благоустройства городской территории. С этих пор городская среда рассматривается как элемент изобразительного искусства.**

### АКВАРЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Появление бумаги на территории Европы с XV века способствовало развитию архитектурной графики. В период Высокого Возрождения (XVI век) архитектурная графика рассматривается как вид выражения проектной мысли. Графическое изображение на бумаге возникло как эквивалент макетирования. Оно было намного мобильней за счет своих небольших габаритов, ясности изображения и возможности рассмотрения на любой поверхности.

Суть архитектурной графики заключалась не только в переносе изображений построек на плоскость бумаги в виде уменьшенных зарисовок, но и описании различных устройств, связанных с защитой и благоустройством жилой территории. В этот период архитектурная графика стала выступать особым жанром архитектуры, отображением исторических задач искусства в развитии общества. Активно использовалась в таких художественных направлениях как барокко, классицизм и маньеризм.



Результатом развития архитектурной графики как творческого приспособления стало формирование эскизных изображений с применением математических методов построения линейной перспективы.

Архитектурная графика с начала XVI века опиралась на геометрию как на научное знание при построении перспективы в живописи и при отображении построек.

В XVII–XVIII веках архитектурная графика основывалась на художественном осмыслении изобразительных условностей и их схематизации по мере развития научного обоснования. Научная подоснова в построении перспективных видов стала главным достижением, определившим особую художественную выразительность изображения зданий.

Использование системы координат Декарта в архитектурной графике повлияло на эволюцию объективного изображения зданий и сооружений схемами.

С начала XIX века математика во многом определила направление развития архитектуры и искусства в целом. Математика считается одним из основных научных постулатов при изучении архитектуры и изобразительной графики. Научные закономерности переосмысливаются художественно уже к концу века.

В архитектурной графике одним из основных материалов является акварель, которая используется архитектором как средство тонировок для выделения тонких граней и поверхностей, не нарушая общих четких чертежных линий.

На развитие графики в архитектурной подаче повлияли перспективные изображения зданий, которые являлись основными изображениями в составе проектной документации. Для полного понимания идейно-художественного образа проектируемого здания, помимо ортогональных проекций, таких как планы, фасады, разрезы, требуется некое объемное изображение – видовая точка, дающая более естественное представление.

Искусство графической подачи стало своего рода новым видом техники акварели, так как становилось более живописным и академичным. Большое количество технических приемов было востребовано методиками преподавания в учебных заведениях направления архитектуры. Ранее существовавшая графика оформления стен в древней Греции и позднее Рима стала приобретать все большую индивидуальность в качестве определенного архитектурного образа. В век Просвещения появилась мода на романтизм, а также интерес к наследию античности. Все чаще осуществлялись поездки по районам Средиземноморья. В пленэрных зарисовках, выполняемых многочисленными художниками-путешественниками, использовали особые техники, которые позволяли выполнить полноценный детальный чертеж по бегло выполненному этюду.

Акварель получила статус отдельной техники уже к концу XVIII века, применяемой в создании полноценных произведений. Технике были присущи такие характеристики, как легкость, воздушность, которые привычны стилю барокко, а также точность и информативность, свойственная изображениям чертежей в эпоху путешествий и развития этнографии. Наиболее ярко Просвещение в Европе проявилось двумя основными художественными центрами – Римом и Парижем, которые распространили моду по всему старому свету на античность и археологию. Там зарождались традиции на основные течения в архитектуре, живописи, скульптуре, музыке. Именно в эти центры стремились все профессиональные художники и архитекторы того времени. Создаются многочисленные собрания графических работ по археологии при их участии. За счет повышения качества выполнения изображений общественное мнение готово видеть эти произведения на стенах своих гостиных. Художники пленэрного стиля все больше начинают пользоваться спросом у людей того времени и способствуют совершенствованию акварельной техники, сделав из нее новую жестко выверенную систему.

Кроме картографических и пленэрных зарисовок появляются фантазийные изображения на тему археологии и архитектуры в целом. В них, как правило, остро выражается эмоциональное состояние архитектурного образа и авторское отношение к произведению. При этом технически акварель позволяла сочетать некую воздушность и условность с большим количеством уточнений и деталей. По сути, в данный временной период именно архитектурная графика подтолкнула акварель к выходу за пределы прикладной техники. Появилась свобода, которая возвела акварель не просто в технику «ведуты», ее стали использовать в основных жанрах живописи, таких как натюрморт, портрет и пейзаж.

### АКВАРЕЛЬНЫЕ КРАСКИ

Основными составными элементами акварельных красок являются цветные пигменты и связующие вещества – растительные прозрачные клеи (гуммиарабик и декстрин), которые легко растворяются водой. Также в их состав входят: глицерин и мед (выступают в качестве пластификатора, удерживают влагу и препятствуют пересыханию), бычья желчь (поверхностно-активное вещество, которое позволяет легко разносить краску по поверхности бумаги), антисептик фенол (препятствует воздействию плесени на красочный слой). Качество пигмента прямо пропорционально способности выцветать.

Существует три вида акварельных красок: твердые и полумягкие в плитках, мягкие в тубиках и жидкие во флаконах.

Предпочтительно работать полумягкими и мягкими красками с высоким содержанием глицерина и меда, легко растворимыми в воде. Жидкие краски применяют при работе с большими поверхностями, например, в книжной графике.

Профессиональная художественная акварель изготавливается из очищенных пигментов высокого качества, отличающимися яркими цветами, насыщенностью, чистотой цвета и высокой светостойкостью.

Недорогие ученические краски содержат наполнители и пигмент более низкого качества. Из-за этого краски более склонны к выцветанию, зачастую ложатся пятнами при работе и не позволяют передать глубину цвета.

Особую роль в процессе многослойной техники следует уделить степени прозрачности красок, которая зависит от особенностей пигмента и тонкости его помола. Выделяют лессировочные и корпусные краски.

Корпусные краски отличаются высокой плотностью и небольшой прозрачностью, их используют в последних слоях или в технике «аль-прима». Лессировочные краски, напротив, обладают большей прозрачностью и меньшей плотностью.

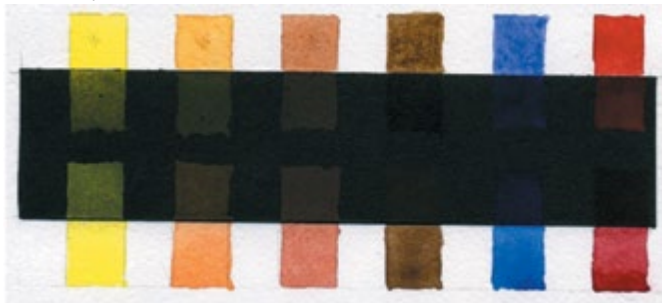
Существуют краски в формате распределенным по цветам тубикам либо кюветам. Как правило, кюветы являются съемными, поэтому израсходованные краски, можно заменить, либо заменить состав цветовой палитры по собственному вкусу.



Как правило, краски расположены исходя из разделения на теплые и холодные. Такая система облегчает процесс сравнения похожих по цвету, но различных по оттенку красок и исключает попадание в них противоположных цветовых оттенков и механического загрязнения. Самые критичные в этом отношении – это фиолетовая и кармин. Существует некое упражнение для определения цветовой разницы, прозрачности и укрывистости – это спектральный круг. Используются основные три цвета (синий, желтый, красный), которые в свою очередь раскладываются на оттенки. К примеру, сочетание голубая ФЦ, кадмий

лимонный, краплак красный близко сочетанию кадмий желтый, пигмент алый, ультрамарин. Именно разница, полученная путем механического смешивания, различия в яркости и прозрачности определяет понимание особенностей отдельных красок. Также существуют краски, имеющие приглушенный цветовой тон, они называются земляными.

Многослойная техника характеризуется степенью прозрачности. Первый слой, как правило, более прозрачный и имеет наилучшее сцепление с поверхностью бумаги, поэтому и не смывается последующими слоями. Тонкость помола и особенности пигмента определяют прозрачность краски. Последующие слои выполняются красками с невысокой прозрачностью. Эти краски называют корпусными и используют в технике «аль-прима». Прозрачность красок определяется методом нанесения их на темную бумагу. Прозрачная краска всегда будет менее заметна, чем плотная.



Лессировочные и корпусные краски различимы тем же способом. Корпусные краски оставят хорошо различимый след на темной бумаге в отличие от лессировочных.

Выбор, сочетание цветов, а также величина цветовых пятен, стиль сочетание и ориентация мазков определяет в конечном счете общее цветовое решение.

Одной из особенностей акварели является необходимость увлажнения красок перед работой. Каждый раз перед использованием нового цвета в работе нужно промывать кисть и иметь в распоряжении салфетку с целью удаления излишков воды. После нанесения на поверхность бумаги акварельные краски утрачивают до 1/5 своего цвета. Необходимо писать более насыщенными оттенками в сравнении с реальным цветовым состоянием изображаемого объекта. Не стоит забывать о правиле послыного письма, которое запрещает смешивать более трех цветов на палитре и накладывать более трех слоев различного цвета на один и тот же участок работы. Слишком плотный тон не даст бумаге создавать эффект воздушности и объемного света.

### БУМАГА ДЛЯ АКВАРЕЛИ

Бумага является также важнейшей составляющей любого произведения. Акварельная графика требует бумагу с особой плотностью, рельефом поверхности и качеством проклейки. Разумеется, рисовать можно на любом типе бумаги, но нужно учитывать основные свойства бумаги. Рыхлая бумага будет обильно впитывать жидкость, а гладкая и слишком проклеенная обладает водоотталкивающими свойствами. Поэтому используется специальная бумага с шероховатой поверхностью и хорошей проклейкой, выдерживающая несколько слоев покрытия на водяной основе.

Выделяют следующие виды бумаги:

- 1) горячего прессования;
- 2) холодного прессования;
- 3) крупнозернистая грубая бумага.

Акварельная бумага холодного прессования подразделяется на сатинированную (гладкая и ровная; используется в технике рисунка пером, акварельной отмывке) и несатинированную, обладающей разной степенью шероховатости.

Наиболее подходящей бумагой как для новичков, так и для профессиональных художников является бумага со сред-

ней зернистостью. Она имеет легкую текстуру и небольшую шероховатость, что позволяет удерживать краску и не разрушать цвет.

Плотность акварельной бумаги варьируется от 185 до 640 граммов. Стандартом считается бумага плотностью 300 грамм. Бумага, обладающая меньшей плотностью, при работе требует натяжку на подрамник во избежание деформации листа от краски.

Акварельная бумага продается в виде листов стандартных размеров, рулонах, «склеяках» и альбомах.

### ТЕХНИКА ПИСЬМА АКВАРЕЛЬЮ

Акварельная отмывка предполагает использование двух техник письма, таких как лессировка и корпусный метод. Лессировка предполагает постепенное наращивание тона методом увеличения количества слоев. Каждый из слоев накладывается после высыхания предыдущего. Обобщение тональности и насыщенности изображения, создание естественности перспективного восприятия есть основное назначение метода.

Корпусный метод используется после лессировки. Этот метод предполагает тональное разделение изображения на первый и задний планы. Выделение фактуры изображаемых предметов, освещенности выполняется корпусными красками. При таком эффекте нижние слои не просвечивают, а видно верхний. Выполнение лессировки по написанному корпусными красками невозможно, происходит размывание и смешивание красок и получается грязь. Но, как всякое правило, существует и исключение. А именно метод, при котором по бумаге с крупной зернистостью до тонов и полутонов наносится изображение корпусными красками, которое потом размывается кистью. Остается небольшое количество краски в углублениях бумаги. Далее лессировочным методом производится доработка изображения по высохшему слою.

Методы акварельной графики выполняются как по сухому, так и по сырому. При лессировке работа выполняется в первом случае после высыхания предыдущего слоя, во втором случае – как смешение цветов, и выполняется сверху вниз. В случае с корпусным письмом смысла в просыхании предшествующих слоев нет. В каждом случае перед работой над изображением, нужно продумать всю последовательность действий.

Малейшее отступление или неверное следование задуманному может нарушить весь строй. В ходе работы необходимо строго придерживаться выбранного колористического решения и технологии, определенной эскизом.

Несомненно, кроме акварельной графики существовали и другие техники, подчас позволявшие более оперативно и обобщенно изображать архитектурные виды.

### КАРАНДАШИ

Карандаш считается основой основ всех изобразительных инструментов. После того как в Англии были найдены залежи графита в XVIII веке, началось массовое производство карандашей. В зависимости от содержания в графите глины, можно добиться различных свойств твердости.

За время выпуска карандашей сильно расширилась градация их плотности. Данный изобразительный материал выпускается также разной толщины и формы оправы. Как правило, оправлен графит в дерево бесслонных пород, прошедших специальную обработку. Качество карандаша зависит от однородности смеси составляющих грифеля. При плохом качестве карандаш царапает поверхность бумаги. Грифель имеет, как правило, серый или темно-серый оттенок. Этим материалом, возможно, не только рисовать или писать, но и выполнять чертежи. Карандаш отличается простотой в использовании, в отличие от других сухих материалов, применяемых в технике изображения. Практически любая бумага подходит для работы, материал с нее не осыпается. Также техника предполагает выполнение линейных и тонально-живописных



рисунков. Возможно, моделировать объем как штрихом, так и ретушью. Чаще всего в работу включают несколько видов карандашей. Таких, как твердый, твердо-мягкий и мягкий для выполнения сложных многоплановых рисунков.

Редактирование рисунка ведется на протяжении всей стадии работы при помощи резинки, мягкой либо жесткой или клячкой. Резинка может выполнять также задачу по облегчению тона, если делать это мягким нажатием. Как правило, фиксируются лишь те рисунки, которые были выполнены мягкими графитными карандашами.

### САНГИНА ИЛИ ИТАЛЬЯНСКИЙ КАРАНДАШ

Сангина представляет собой палочки квадратного или круглого сечения, структура которых похожа на пастель. В природе материал встречается в виде глинистого вещества, окрашенного безводной окисью железа, также имеет природный обжиг, залегает в вулканических породах. Сангина имеет красно-коричневый цвет по причине большого содержания железных окислов. Возможна выработка материала и в искусственных условиях различными способами. Существует сангина в виде карандаша в деревянной оправе. Считается некачественной, если при ретушировании меняет цвет, царапает поверхность бумаги или осыпается. Насыщенный светоустойчивый цвет, ровная, мягкая тональная растяжка, прочное сцепление с поверхностью бумаги определяют качество.

Для выполнения изображений возможно использовать любую бумагу. Исполнение изображения может быть как линией, штрихом, так и растушевкой. Проработанные, детальные изображения выполняют на плотной шероховатой бумаге. наброски требуют всего лишь, по возможности, зернистую бумагу, но уже более низких сортов. Техника сангины предполагает и сочетание с другими материалами, к примеру, с углем, карандашом, мелом. Бумага тоже может быть тонированная, серых, зеленоватых, голубоватых цветов, либо выполняются на картоне или грунтованном холсте. При растушевывании используются кусочки тонкой кожи, замши либо бумаги, тряпки и ваты. Жесткие щетинистые кисти применяют для ослабления тона. Скорректировать сангину возможно резинкой, мягкой или твердой. Сангина нуждается в дополнительной фиксации.

### УГОЛЬ

Один из популярнейших монохромных материалов. Простой в производстве материал и обладает большой градацией тонального диапазона. Очень удобный в работе, легко корректируется резинкой и другими корректировочными материалами. Углем можно рисовать на всех видах поверхности пригодных для выполнения изображения.

Изготавливается из обожженных веточек ивы, березы или ореха. Бывает разной толщины. Встречается в виде палочек круглого сечения или карандашей различной твердости, изготовленных методом прессования. Прессованный уголь содержит угольный порошок черных сортов с использованием растительного клея как связующего вещества, поэтому чернее и жирнее простого древесного.

Наилучшей для рисования углем является шероховатая, крупнозернистая, плотная бумага, обработанная мелкой наждачной бумагой либо твердой резинкой. Есть способ рисования, предполагающий использование линий и штрихов и схожий с использованием карандаша. Но так же часто используют технику тонирования. Изображение получается с широко выполненными тенями и фоном, при этом материал кладется плашмя. При закреплении используются распылители с закрепляющим лаком на расстоянии, позволяющем избежать образование капель.

### СОУС

В конце XVIII, начале XIX веков появляется изобразительный материал – соус. Приятная бархатистая поверхность, глубо-

кий цветовой тон были отличительными признаками. Слабый раствор растительного клея был соединяющим материалом для составляющих соус порошков продуктов сгорания. Соус прессуется в виде палочек круглого сечения, обернутых в оловянную бумагу. Материал чаще всего используется двумя способами. Первый из них – сухой способ. Палочку соуса растирают о шероховатую поверхность, затем, используя растушку, наносим получившуюся пыль на рисунок, изначально выстроенный карандашом. С сухим соусом работают, применяя замшевую либо бумажную растушку, тряпочку, тампон ваты. В крайней стадии завершения работы, детали моделируют угольным карандашом, в этом случае получается сбалансированная матовая поверхность. Корректировать соус можно резинкой, клячкой, тряпочкой и ватой.

Существует также метод мокрого рисунка. Этот метод позволяет наиболее полно раскрыть качества соуса. Бумагу закрепляют на какой-либо поверхности. Поверхность должна быть не крупнозернистой, плотной, для неоднократного смачивания и применения резинки. Для полноценной работы необходимо подготовить посуду, отдельно в которой будет находиться вода, отдельно под акварельные краски. Также нужно приготовить акварельные кисти различных размеров. Соус, высыхая на бумаге, фиксируется на бумаге без помощи дополнительных техник, сохраняя приятный цветовой тон. Корректировка изображений, полученных этим способом возможна также с применением резинки, мягкой или твердой.

### ВЫВОД:

Исторически так сложилось, что искусство постоянно идет в ногу с развитием технологий. Любое техническое средство в изображении будет возведено человеком в ранг искусства. Это мы и видим на примере средств архитектурной графики времен Возрождения. Математические способы изображения объектов в перспективе, а также появление техники акварели переросли не просто в грамотно исполненные наглядные пособия, они стали предметом искусства и коллекционирования. Век путешествий развил в Европе тенденцию к быстрому пленэрному изображению окружающего мира. Как в более позднее время мир изменила фотография, так же и быстрые пленэрные зарисовки с применением сангины, соуса, карандаша, перевернули представление о графике. Эти технологии сделали изображение урбанистических пейзажей более правильными с точки зрения математики. Одновременно плановость и некую воздушность задавала акварель, которая была сравнительно проста в своем использовании, но не допускала ошибок в последовательности технологии нанесения слоев. Все технологии, описанные в данной статье, до недавнего времени оставались единственными средствами графического изображения, начиная с XIII–XV веков до конца XX века. В настоящее время ручная архитектурная графика используется реже, и ее заменили электронные средства. Человечество входит в век высоких технологий и еще предстоит увидеть компьютерную графику в роли шедевров высшего искусства, а не инструмента архитектора. Но творчество мастеров ручной графики уже вписано в историю изобразительного искусства и имеет высокую культурную ценность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Л. Барышников. «Живопись. Теоретические основы и практические рекомендации к заданиям базового курса дисциплины. «Живопись». Москва, 2016
2. D. Rabreau «Architectural drawings of Eighteenth Century», Paris 2016;
3. 3. Е. Петрова. «Рисунок и акварель в русской культуре. Первая половина XIX века», СПб, 2015
4. 4. Н.И. Бугаева. Ведуты и тема архитектуры в пейзаже XVII–XVIII веков.
5. «Архитектон: известия вузов», № 16, 2016.

УДК 621.438, 629.016

# ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ГАЗОТУРБОВОЗА

## EFFICIENCY IMPROVING METHODS OF GAS TURBINE POWER PLANT FOR LOCOMOTIVES



**Николай Троицкий,**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Газотурбинные двигатели и нетрадиционные источники энергии» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана, старший научный сотрудник

**N.I. Troitskiy,**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation



**Сергей Попов,**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Колесные машины» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана

**S.D. Popov,**

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

**АННОТАЦИЯ:** Рассмотрены особенности использования конверсионного газотурбинного двигателя (ГТД) НК-361 простого цикла на газотурбовозе ГТ-1 при его эксплуатации в Западной Сибири и на Дальнем Востоке России. На основе анализа результатов эксплуатации локомотивов показано, что основные эксплуатационные режимы двигателя не превышают его 50-процентной загрузки, значительную долю (до 40% времени работы) занимают режимы «малого газа». Указано, что экономичность ГТД НК-361 при неполной загрузке является неудовлетворительной, а топливная экономичность ГТД на этих режимах может быть улучшена только применением теплообменника и введением программного регулирования температуры газа. Показаны пути снижения расхода топлива на режиме «малого газа». Рассмотрены возможности применения накопителей энергии различных типов для стабилизации частичных режимов работы маршевого ГТД, улучшения путевой топливной экономичности газотурбовоза и повышения надежности пуска ГТД при низких температурах (до  $-50^{\circ}\text{C}$ ).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тепловоз с газотурбинной силовой установкой (газотурбовоз), газотурбинный двигатель, нагрузочная характеристика, режим малого газа, накопитель энергии, путевой расход топлива.

**ABSTRACT:** The features of the use of conversion gas turbine engine NK-361 simple cycle gas turbine engine on GT-1 during its operation in Western Siberia and the Far East of Russia. Based on the analysis of the results of locomotives operation, it is shown that the main operating conditions of the engine do not exceed its 50% load; a significant share (up to 40% of the operating time) is occupied by the idling modes. It is indicated that the efficiency of GTE NK-361 at incomplete loading is unsatisfactory, and the fuel efficiency of GTE at these modes can be improved only by the use of a heat exchanger and the introduction of program control of gas temperature. The ways to reduce fuel consumption in the idling mode are shown. The possibilities of using different types of energy storage devices for stabilization of partial modes of operation of the main gas turbine engine, improvement of the track fuel efficiency of the gas turbine engine and improving the reliability of starting the gas turbine engine at low temperatures (up to  $-50^{\circ}\text{C}$ ) are considered.

**KEY WORDS:** locomotive with gas turbine power plant, gas turbine engine, load characteristics, idling, energy storage, en-route fuel consumption.

Высокие тягово-динамические и массогабаритные характеристики газотурбинных двигателей (ГТД) по сравнению с другими тепловыми двигателями всегда привлекали внимание к их использованию на железнодорожном транспорте. Первые попытки такого использования относятся к середине прошлого века, когда в ряде стран (Швейцария, США, СССР и др.) были построены локомотивы с газотурбин-

ными двигателями и начата их опытная и промышленная эксплуатация. В силовой установке (СУ) газотурбовозов обычно использовалась электрическая передача с приводом на мотор-колеса. Кроме того, в составе СУ, как правило, применялся дизель-генератор мощностью 120...200 кВт для пуска ГТД, а также для питания вспомогательных агрегатов и передвижения локомотива без состава.



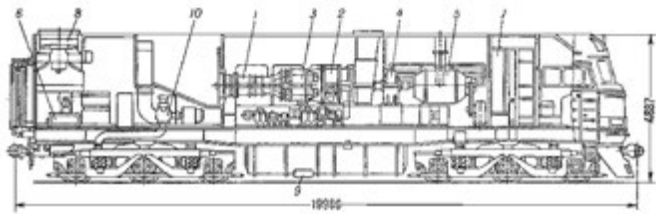


Рис.1. Компонка силовой установки газотурбовоза ГТ-01 [1]  
 1 – компрессор; 2 – турбина; 3 – камеры сгорания; 4 – редуктор; 5 – главные генераторы; 6 – вспомогательный дизель; 7 – высоковольтные камеры; 8 – маслорадиатор ГТД; 9 – топливный бак; 10 – тормозной компрессор

Структурная схема первого отечественного газотурбовоза ГТ, разработанного в начале 1960-х годов на Коломенском тепловозостроительном заводе, показана на рис. 1. Эскизный проект ГТД мощностью 2570 кВт был выполнен в МВТУ им. Н.Э. Баумана под руководством проф. В.В. Уварова [13]. При низких с позиций настоящего времени параметрах рабочего процесса (степень повышения давления  $\pi_k = 6$ , температура газа  $T_r = 1000\text{K}$ ) двигатель имел малый КПД (18,5%), поэтому эксплуатационный расход топлива газотурбовоза был существенно выше, чем у аналогичных по мощности тепловозов. После первого энергетического кризиса (октябрь 1973 г.), когда цена нефти поднялась в четыре раза, эксплуатация газотурбовозов оказалась невыгодной и все разработки по ним как у нас, так и за рубежом были прекращены.

Таким образом, создание первых газотурбовозов относится ко времени, когда по топливной экономичности ГТД существенно уступал дизелям, применяемым на тепловозах, поэтому их разработки и применение надолго остановились. Следует также отметить, что для Европы, где железные дороги почти повсеместно электрифицированы, и для США, где при наличии разветвленной сети шоссейных дорог широко развиты перевозки автомобильным транспортом, использование газотурбинной тяги для железнодорожного транспорта не является столь актуальной задачей, как в России. В то же время проведенные испытания газотурбовозов подтвердили ряд их эксплуатационных преимуществ – по компактности силовой установки, простоте ее обслуживания, отсутствию системы водяного охлаждения, возможности работы на низкосортных топливах, зимнему запуску, экологической чистоте выхлопных газов и др.

В последние годы топливная экономичность ГТД значительно повысилась, и при установке теплообменника практически близка к поршневым двигателям. Это вызвало повторный интерес к их использованию на железнодорожном транспорте и, прежде всего, Западной Сибири и Востока России. Экономическая целесообразность применения газотурбовозов в этих районах вызвана следующими причинами:

- 1) повышенные объемы перевозок сжиженного природного газа (СПГ) и других природных ископаемых от мест их добычи при отсутствии в этих районах электрифицированных железных дорог;
- 2) применение газотурбовозов не требует переформирования состава поездов в местах стыковки с электровозами (использование тепловозов вызвало необходимость такого переформирования, так как по тяговым качествам один электровоз соответствует примерно трем тепловозам);
- 3) ГТД может быть легко адаптирован к работе на СПГ, поэтому, учитывая, что цена природного газа практически вдвое ниже цены дизельного топлива, есть основания ожидать сравнительно быстрой окупаемости газотурбинного локомотива, несмотря на более высокую стоимость ГТД по сравнению с дизелем.

По решению руководства ОАО «РЖД» была поставлена задача создания газотурбовоза [4] с силовой установкой разработки СНТК им. Н.Д. Кузнецова (ОДК-ПАО «Кузнецов»). Газотурбин-

ный двигатель НК-361 для газотурбовоза ГТ1 был разработан на базе двухконтурного авиационного двигателя НК-32 с исключением вентиляторной ступени, введением свободной силовой турбины и других необходимых конструктивных изменений по корпусным и подшипниковым узлам, системе выпуска газов, топливной аппаратуре и ряду других сборочных единиц.

Оставив практически без изменений каскад высокого давления, удалось при  $\pi_k = 12,7$  и умеренной температуре газа, не требующей охлаждения рабочих лопаток турбины, получить мощность на выводном валу 8300 кВт при эффективном КПД около 30%. Идеология разработки силовой установки сводилась к максимальной конструктивной унификации создаваемого двигателя с базовым, применению в качестве топлива СПГ, использовании генератора переменного тока и тяговых электродвигателей (мотор-колеса) постоянного тока.

Силовая установка газотурбовоза ГТ-1, предназначенного в основном для работы в районах Западной Сибири, имеет следующие потенциальные преимущества:

- 1) унификация ГТД НК-361 с серийно выпускаемыми авиационными ГТД, а также его улучшенная топливная экономичность (КПД-28%) по сравнению с первыми двигателями для газотурбовозов;
- 2) работа на дешевом топливе – СПГ (сжиженный природный газ);
- 3) мощность и тяговые качества газотурбовоза ГТ-1 не уступают электровозам и существенно выше аналогичных параметров тепловозных дизелей;
- 4) легкий запуск ГТД при отрицательных температурах (от «теплых» АКБ);
- 5) выполнение перспективных экологических требований.

В то же время существуют потенциальные риски, связанные с реализацией проекта:

1. Необходимость перестройки инфраструктуры железных дорог под применение газотурбовозов (увеличенная длина платформ, организация ремонта и обслуживания ГТД, заправочные станции под СПГ и т.п.).
2. Сохранение низкой цены на СПГ (50% от дизельного топлива), при которой обеспечивается окупаемость проекта.
3. Значительная доля эксплуатационных режимов с нагрузкой менее 50%, при которых ГТД имеет ухудшенную топливную экономичность.
4. Большой (по сравнению с дизелем) расход топлива на режиме холостого хода.
5. Низкая емкость аккумуляторных батарей при отрицательных температурах (трудности пуска в зимних условиях из-за недостаточной энергоемкости источников тока).

Как видно, ряд из этих рисков по эффективности и рентабельности проекта связан с силовой установкой и ее топливной экономичностью.

В ходе подконтрольной эксплуатации были подтверждены высокие тяговые качества нового газотурбовоза ГТ1-001. В январе 2009 года он провел поезд общей массой 15 000 тонн (159 вагонов), что занесено в книгу рекордов Гиннеса.

С целью снижения расхода газа при маневровых работах, вместо вспомогательного дизельного двигателя установлена аккумуляторная батарея для преодоления небольших расстояний без заведенного основного газотурбинного двигателя (образец ГТ1h-001).

В то же время опыт подконтрольной эксплуатации показал, что путевая экономичность газотурбовоза существенно хуже, чем тепловоза. Это можно объяснить не только более высоким расходом топлива на расчетном режиме, но также, что особенно важно, существенно худшей экономичностью на режимах частичной мощности.

По данным, приведенным на совещании в МГТУ им. Н.Э. Баумана в январе 2017 года, при подконтрольной эксплуатации газотурбовоза было установлено, что режимы загрузки ГТД ниже 50% его расчетной мощности суммарно занимают 94% времени,

причем на них сжигается примерно 90% топлива. В том числе режимы холостого хода занимают 44% времени работы ГТД, а суммарный расход топлива на этих режимах достигает 24%. Эти данные указывают на то, что анализ режимов частичной нагрузки и холостого хода требует особого внимания.

ГТД со свободной силовой турбиной (2-х или 3-х-вальной схемы) отличается тем, что при снижении его загрузки по отношению к расчетной степень понижения давления в турбине компрессора (ТК) уменьшается незначительно, а удельная работа компрессора примерно пропорциональна квадрату частоты его вращения. Это приводит к тому, что температура газа перед ТК при снижении частоты его вращения резко уменьшается.

Например, на режиме половинной мощности, который в 2-вальной ГТД соответствует  $n_k = 0,85 \dots 0,87$ , температура газа снижается примерно на 30%, а степень повышения давления ( $\pi_k$ ) также падает на 25...35%. Так, из расчета нагрузочной характеристики такого ГТД с  $T_{го} = 1450\text{K}$  и  $\pi_k = 12$  следует, что на режиме 50-процентной мощности температура газа снижается до 1080K, а  $\pi_k$  – до 6,8. Следствием этого является ухудшение топливной экономичности двигателя на этом режиме на 25...27% по сравнению с расчетным режимом.

Кардинальным средством улучшения топливной экономичности ГТД является применение теплообменника. В этом случае при умеренной температуре газа (на уровне 1250K) и умеренных значениях степени повышения давления ( $\pi_k = 5 \dots 7$ ) может быть получен эффективный КПД 33...36%, то есть примерно на 10...15% выше, чем у ГТД НК-361.

Однако основное преимущество от применения теплообменника, помимо некоторого снижения удельного расхода топлива на расчетном режиме, состоит в улучшении экономичности ГТД на режимах частичной мощности, которые являются основными режимами в эксплуатации газотурбовоза.

Снизить удельный расход топлива на частичных режимах можно только путем повышения на этих режимах температуры газа, которое может быть осуществлено с помощью регулируемого соплового аппарата (РСА) силовой турбины, управляемой муфты связи валов (УМСВ) силовой турбины и турбокомпрессора или путем перепуска газа (ПГ) минуя турбину компрессора [14]. Применение этих мероприятий позволяет поддерживать на частичных режимах любое, произвольно заданное изменение температуры газа, например, ее постоянство перед силовой турбиной.

Как видно из рис. 2, регулирование по закону постоянной температуры перед силовой турбиной позволяет при умеренной степени регенерации ( $\sigma = 0,7$ ) улучшить экономичность двигателя на 15...20% на режимах 40...50% от расчетной мощности. При более высокой степени регенерации (до  $\sigma = 0,80 \dots 0,84$ ) удельный расход топлива ГТД в широком диапазоне режимов (до 40...50% от максимальной мощности) не превышает расчетного значения. В частности, при степени регенерации  $\sigma = 0,84$  топливная экономичность ГТД в диапазоне мощностей 40...50% от  $N_{\text{расч}}$  улучшается на 25...35%.

Условия компоновки силовой установки на газотурбовозе вполне позволяют разместить стационарный теплообменник с такой степенью регенерации.

В двигателе без теплообменника такое регулирование температуры газа практически не дает эффекта улучшения экономичности на частичных режимах – только повышается температура газа на выходе, а возврата повышенной тепловой энергии выпускных газов в цикл ГТД не происходит.

Применение теплообменника позволяет также снизить расход топлива на режиме малого газа. Как показал опыт подконтрольной эксплуатации газотурбовоза, продолжительность режимов малого газа (холостого хода) достигает 40%, что оказывает существенное влияние на величину его путевого расхода топлива.

Выбор параметров режима холостого хода транспортного ГТД зависит от требований по времени приемистости турбо-

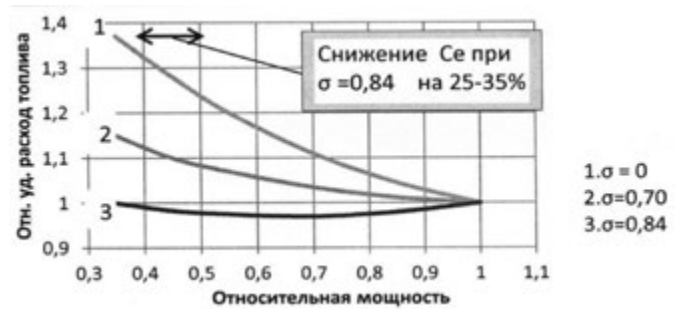


Рис. 2. Нагрузочная характеристика ГТД при сопловом регулировании по программе постоянства температуры газа перед силовой турбиной

компрессора, загрузке агрегатов объекта на этом режиме и характеристик узлов двигателя (компрессор, камера сгорания).

Для колесных и гусеничных машин, чтобы обеспечить приемлемую динамику машины, время приемистости турбокомпрессора (ТК) обычно принимается на уровне 4,0 с, поэтому расход топлива на режиме холостого хода составляет до 30% у двигателя без теплообменника (двигатели ГТД-1000Т и ГТД-1250) и 23...25% у двигателей с регенератором (опытные двигатели ГТД-3Т, ГТД-700 для внедорожных машин) [12, 14].

Для силовой установки магистрального газотурбовоза время приемистости ТК может быть повышено, по всей видимости, до уровня не менее 6,0...8,0 с. В этом случае расход топлива на режиме холостого хода может быть получен на уровне 22...24% от расчетной величины. Например, по данным разработчиков, у двигателя НК-361 величина  $G_{тх}$  составляет 23,5% от расчетного значения.

Повышенный расход топлива ГТД на режиме холостого хода является одним из недостатков двигателей этого типа по сравнению с дизелем, у которого эта величина составляет 6...8% от расчетного значения. Значимость этого параметра подтверждается результатами сравнительных испытаний объектов бронетанковой техники с двигателями различных типов. При маршевых пробегах, когда относительная продолжительность режимов холостого хода была на уровне 15%, соотношение путевых расходов топлива (ПРТ) объектов с ГТД и с дизелями составляло 1,5...1,7. Однако в условиях войсковой эксплуатации, когда время работы двигателей на режиме холостого хода достигало 60...70%, это соотношение увеличивалось до 2,6...2,9 [14].

С целью снижения расхода топлива на режимах длительной стоянки транспортного объекта на двигателе ГТД-1250 введен режим так называемого «стояночного малого газа» (СМГ) с расходом топлива, пониженным до 50 кг/ч (22% от расчетного значения). При этом время полной приемистости ТК с этого режима достигает 10,0 с. Экспериментальные исследования, проведенные в НИИД, показали возможность снижения расхода на СМГ до 28 кг/ч ( $\approx 12\%$  от  $G_{то}$ ) за счет раскрытия РСА силовой турбины, дросселирования входа и периодического отклонения форсунок в трубчато-кольцевой камере сгорания, а также обнуления отборов мощности и охлаждающего воздуха [14].

Введенное в двигателе НК-361 дополнительное мероприятие, по снижению  $G_{тх}$  за счет подкрутки каскада высокого давления стартером мощностью 100 кВт, питаемом от постороннего источника, безусловно, является положительным решением, позволяющим поддержать устойчивую частоту вращения этого каскада. С таким же успехом оно может быть проведено в двигателе с теплообменником.

Таким образом, для двигателя газотурбовоза с использованием теплообменника можно обеспечить получение часового расхода топлива на режиме холостого хода с использованием соответствующих мероприятий на уровне 12...15% от расчетного значения, что существенно понизит его путевой расход топлива.

В работе [14] показано, что для компенсации отмеченных выше недостатков ГТД (ухудшенная экономичность в области



глубоких дроссельных режимов и большой расход топлива на режиме холостого хода) целесообразно применять накопители энергии.

Последние годы характеризовались бурным развитием альтернативных бортовых источников энергии в связи с созданием так называемых «гибридных» транспортных силовых установок [3, 21], включающих маршевой тепловой двигатель и источники энергии на иных физических принципах, работающие в параллельных ветвях силового потока. Если эти источники энергии обратимы, то их часто называют бортовыми накопителями энергии или просто накопителями.

Двигатель в такой силовой установке может работать на некотором стабилизированном режиме, при этом его избыточная мощность направляется на «зарядку» накопителей энергии, а возникающий недостаток мощности для движения транспортного средства восполняется энергией, поступающей от этого накопителя. В частности, накопитель позволяет обеспечить рекуперацию энергии при торможении транспортного средства.

В работе [17] приведены данные по распределению режимов работы тепловоза 2ТЭ116 на условном модельном участке Восточного полигона железных дорог России протяженностью 407 км, состоящего из 160 спрямленных элементов (минимальная скорость движения поезда по участку – 35 км/ч, максимальная скорость – 80 км/ч; руководящий уклон в четном направлении – 4,8‰, в нечетном направлении – 4,1‰; масса состава в четном направлении – 3800 тонн, в нечетном – 3000 тонн; время поездки в четном направлении – 12,01 час и в нечетном направлении – 12,40 час.)

На рис. 3 видно, что эксплуатационные режимы магистрального тепловоза характеризуются значительной долей частичных и переходных режимов работы. При этом энергия выбега и торможения, а также избыточная энергия маршевого двигателя в тяговом режиме может быть использована на заряд накопителя энергии с длительной продолжительностью цикла «заряд – разряд» (в пределах не менее 0,5...1,0 час). Этим условиям при стабильном состоянии силового потока лучше всего отвечают тяговые аккумуляторные батареи.

С другой стороны, известно, что характерной особенностью эксплуатации тепловозов является частая смена режимов работы силовой установки [2, 8 и др.]. По данным [11] относительная продолжительность переходных процессов составляет для магистральных тепловозов 5...15% времени работы, а по другим данным [20] она достигает 20%.

Очевидно существенное влияние переходных процессов в маршевом двигателе на эксплуатационную эффективность тепловоза в целом. Переходные процессы в двигателе связаны, в конечном счете, с увеличением подачи топлива, что неизбежно приводит к снижению топливной экономичности тепловоза. Использование дополнительной энергии от постороннего источника (накопителя), безусловно, будет способствовать усилению топливной экономичности локомотива.

По данным [8], смена скоростного режима дизель-генератора в магистральных тепловозах происходит 50...60 раз за час работы под нагрузкой (1 раз за 1,0...1,2 мин.). По другим данным (например, [6]) между изменениями позиции контроллера машиниста, которая и определяет установку требуемого уровня мощности дизель-генератора, проходит около 3 мин. и менее.

Тяговые аккумуляторные батареи в принципе не способны эффективно компенсировать подобные колебания нагрузки. Это означает, что в состав комбинированной энергоустановки целесообразно включить тяговые накопители, способные длительное время работать в режиме «разряд – заряд» с периодом 1,0...1,5 мин. и менее. При этом, ввиду малости времени цикла, к накопителю можно не предъявлять жестких требований по стабильности силового потока (например, напряжения). Этим условиям в наибольшей степени отвечают мощные импульсные суперконденсаторы.

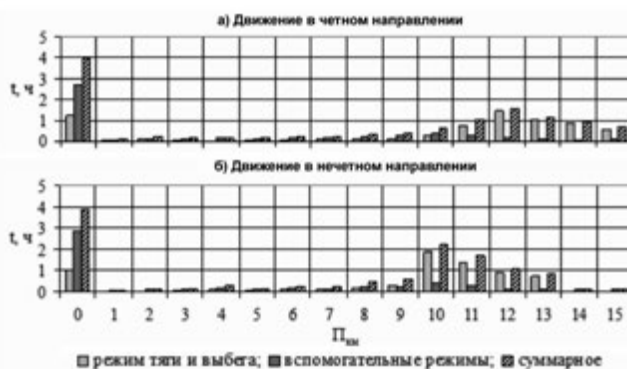


Рис. 3. Распределение времени работы тепловоза по позициям контроллера машиниста ( $\Pi_{км}$ ) на условном модельном участке Восточного полигона железных дорог России

В работе [11] показано, что применение на тепловозе такого типа накопителя емкостью 2200 кДж позволит стабилизировать переходные процессы в маршевом двигателе и этим существенно улучшить показатели его работы. При использовании накопителя емкостью более 3700 кДж значительно сокращается продолжительность переходного процесса, улучшаются динамические тяговые качества тепловоза, а эксплуатационный расход топлива сокращается не менее чем на 3,7...3,9% [11].

Успешному продвижению работ по гибридным силовым установкам способствовал прогресс, достигнутый в области физики высоких энергий, электроники, электротехники и других областях науки и техники. Результаты достижений в области компактных электромашин и силовой электроники (инверторов, конвертеров) привели уже в середине 1990-х годов к развертыванию серийного выпуска многими автомобильными фирмами легковых автомобилей с гибридной силовой установкой.

Эффективность применения накопителей энергии на внедорожном транспортном средстве подтверждают, например, такие данные.

Для обеспечения отбора мощности 3 кВт на привод дополнительного генератора для питания систем при стоянке машины, расход топлива двигателя ГТД-1250 (максимальная мощность 920 кВт), работающего на режиме стояночного малого газа, составляет 50 кг/час. Применение для этой же цели отдельного вспомогательного газотурбинного энергоагрегата ГТА-18 (с выключением ГТД-1250) позволяет снизить расход топлива до 8...10 кг/час, т.е. в 5...6 раз. Использование для привода этого генератора маховичного накопителя, «заряженного» от основного двигателя на режиме его максимальной мощности, потребует с учетом всех потерь по преобразованию энергии расхода топлива 2,6 кг/час (снижение расхода топлива почти в 20 раз) [14].

В настоящее время значительное развитие получили накопители энергии трех основных типов: аккумуляторные батареи (АКБ), магнито-динамические (маховичные) накопители и конденсаторы.

Одним из широко распространенных типов накопителя являются АКБ, среди которых наиболее перспективными считаются литий-ионные, литий-полимерные и никель-кадмиевые электрохимические системы [3, 21]. Главные особенности АКБ, определяющие их место в гибридной транспортной энергоустановке – относительно стабильная вольт-амперная характеристика и сравнительно большая длительность цикла «заряд – разряд» (исключением являются так называемые «импульсные АКБ»).

Ориентировочный уровень удельных показателей существующих АКБ приведен в табл. 1. Наиболее высокими энергетическими показателями в настоящее время обладают литий-ионные АКБ, которые в зависимости от специфики эксплуатации могут быть ориентированы либо на получение высокой плотности энергии, либо на высокую отдаваемую мощность.

Хорошие перспективы открывает потенциальная возможность получения в литий-ионных батареях  $N_{уд} = 600 \dots 4000$  Вт/кг.

**Табл. 1.** Характерные параметры типичных тяговых аккумуляторных батарей (АКБ)

Тип АКБ	Удельная энергия, Вт·ч/кг	Удельная мощность, Вт/кг
Свинцово-кислотная	35–50	150–400
Li-ион VM	85–95	≈ 4000
Li-ион ВЭ	167	600
Li-PM	110 (200)	320

АКБ с электрохимическими системами типа литий-ион широко применяются в транспортной технике. Эти батареи широко представлены на рынке, и в том числе производятся и поставляются отечественными предприятиями.

В практике разработки и производства автомобильного транспорта наиболее широкое распространение получили тяговые АКБ с литий-железно-фосфатными ( $LiFePO_4$ ) элементами, созданные в США в 1996 году. Серьезным достоинством этой системы является способность к относительно быстрому восприятию заряда (время полного заряда ячейки – 3 часа) и возможность разряда импульсными токами в течение 2,0 с.

В задачу данной работы не входит детальный анализ достоинств и недостатков всех известных типов электрохимических систем, разнообразие которых сегодня очень велико – такой анализ без труда можно найти в специальной литературе, например [1] и др.

Принцип действия мощных конденсаторов (табл. 2) основан на прямом накоплении заряда в двойном электрическом слое на поверхности контакта высокопористого электрода со связанным, химически инертным электролитом (накопление заряда осуществляется на молекулярном уровне). В настоящее время их часто называют молекулярными накопителями энергии (МНЭ), суперконденсаторами и импульсными энергоемкими конденсаторами (ИКЭ) [7, 9, 15].

**Табл. 2.** Параметры типичных суперконденсаторов

Параметр	Удельная энергия Вт·ч/кг	Удельная мощность Вт/кг	Емкость Вт·ч	Цена \$/Вт·ч
Maxwell P056 B03	3,1	2600	56,6	28,7
Maxwell P016 B031	3,9	2700	17,8	33,5
NESSCAP 86V	3,71	–	96,4	>24
ТЭЭМП МИСК-50	4,04	5800	34,7	<10

Плотность энергии ИКЭ выше плотности энергии лучших традиционных конденсаторов более чем в 10 раз и из всех известных накопителей они имеют наибольшую плотность мощности. При этом современные отечественные ИКЭ выполняются на напряжении до 800 В в одном блоке.

Долговечность ИКЭ превышает 100 000 циклов «заряд – разряд». При этом, что очень важно, они способны кочень кратковременному периоду цикла «заряд – разряд» (например, ИКЭ «Эконд» – 0,1...10,0 сек [18]), имеют относительно низкий саморазряд (до 10% в месяц) и работоспособны при низких температурах (до -50°C) без существенного ухудшения характеристик.

Так, например, ИКЭ на двойном электрическом слое Гельмгольца обладают следующими характеристиками [5]:

- плотность электрической энергии до 50 Дж/см<sup>3</sup>;
- внутреннее сопротивление до 0,0001 Ом;
- время заряда и разряда в диапазоне 0,025...5,0 сек.;
- малый ток утечки и возможность сохранения заряда в течение сотен часов.

Недостатки ИКЭ – повышенная масса (плотность энергии на уровне 10...12 Вт·ч/кг), высокая стоимость накопленной энергии (до \$10/кДж, хотя по некоторым данным при серийном производстве стоимость накопленной энергии может быть снижена в 7...10 раз).

Таким образом, использование ИКЭ наиболее эффективно в тех случаях, когда требуются накопление и отдача большой мощности и накопление энергии за относительно короткий промежуток времени (0,1...10,0 сек.). Следовательно, ИКЭ должны быть наиболее эффективны для стабилизации режима работы ГТД и его надежного пуска при отрицательных температурах наружного воздуха.

Использование ИКЭ-накопителя позволяет произвести запуск двигателя при значительном разряде штатной стартерной АКБ. Так, например, известно [21], что при остаточной емкости батареи на уровне 30% от номинальной емкости, пуск тепловозного дизеля осуществить невозможно, а при подключении ИКЭ-накопителя пуск дизеля осуществляется гарантированно.

Опыт показал, что использование пускового ИКЭ-накопителя на тепловозах позволяет получить следующие дополнительные преимущества:

- стартерный (пусковой) ток снижается приблизительно в 2 раза (с 450 до 250 А·ч);
- снижается установленная мощность АКБ;
- в 1,5...2,0 раза увеличивается службы АКБ;
- повышается надежность пуска маршевого двигателя за счет увеличения пускового момента стартера в 1,5 раза;
- на 2...3 года продлевается срок службы АКБ с остаточной емкостью 60%.

В России разработана система накопления энергии на базе ИКЭ энергоемкостью 40 кДж с напряжением, соответствующим бортовому напряжению тепловоза, предназначенная для пуска дизелей магистральных и маневровых тепловозов. Опыт ее применения показал [21], что экономия топлива, достигаемая за счет сокращения времени работы дизеля на холостом ходу, находится на уровне 16 тонн в год. При этом обеспечивается пуск дизеля при АКБ, разряженной на 70%. Срок службы ИКЭ-системы пуска составляет более 10 лет.

Работы по созданию магнитно-динамических (маховичных) накопителей энергии (табл. 3) относятся к числу приоритетных для гибридных силовых установок военного назначения и, вероятно, поэтому в печати широко не освещаются.

**Табл. 3.** Параметры магнитно-динамических накопителей фирм Германии и США

Фирма	Мощность, кВт	Энергоемкость МДж, (Вт·ч)	Удельная энергия, Вт·ч/кг	Удельная мощность, Вт/кг
ММ (Герм)	885	32,4 (9000)	15,2	1500
СЕМ (США)	350*	25 (7000)	25	1250
*) 700 кВт в режиме форсажа, 5000 кВт в импульсном режиме				

Фирмой «Магнет-Мотор» (Германия) разработаны магнитно-динамические инерционные аккумуляторы (MDS), представляющие собой специальную инерционную систему с маховиком в виде полого цилиндра (с вертикальной осью вращения), внутри которого встроен электродвигатель-генератор. Ротор изготовлен из углеволоконного материала. Для снижения потерь трения ротор вращается в вакуумной камере, опираясь на магнитные подшипники. Энергия подается в накопитель, когда система работает как электродвигатель, увеличивая скорость вращения ротора. Аккумулятор «отдает» энергию, когда система переключается в режим генератора, снижая скорость вращения. Размеры, масса и скорость вращения ротора определяют энергоемкость.

В современных гибридных автомобилях и автобусах в качестве накопителей используются почти исключительно АКБ различных типов, преимущественно с электрохимической системой «литий-ион».

Применительно к объектам бронетанковой техники за рубежом рассматривается применение АКБ различных типов и магнитно-динамических накопителей. Так, например, для движения



гусеничного объекта массой 50 тонн с двигателем мощностью 880 кВт по стандартной танковой трассе считается целесообразным применить магнито-динамический накопитель энергоемкостью 25 МДж. Установлено, что он обеспечивает объекту повышенную динамику, возможность движения с остановленным основным двигателем в течение 1,0 мин. с тяговой мощностью 450 кВт (или в течение 3,0 мин. с тяговой мощностью 150 кВт). При оценке этих данных следует учитывать, что при движении гусеничных машин значительная часть мощности расходуется на преодоление сопротивления повороту машины – фактор, отсутствующий у автомобилей и локомотивов.

В целом проведенный общий анализ показал, что для газотурбовоза в общем случае требуется применение комбинированной энергоустановки в составе маршевого ГТД с регенератором, тягового накопителя и ИКЭ-накопителя, предназначенного для стабилизации частичных режимов работы и запуска маршевого ГТД. При этом тяговый накопитель может быть электрохимическим (предпочтительно на основе электрохимической системы литий-ион или литий-полимер) или инерционным магнито-динамическим.

Проблемным и малоизученным вопросом остается рациональный выбор требуемой энергоемкости накопителей. В целом понятно, что эта величина определяется, прежде всего, экономическими показателями с учетом назначения транспортного средства, условий его эксплуатации, спектра режимов загрузки двигателя (номенклатурой, продолжительность режимов и частотой их сменности), стоимостных показателей системы накопителей и других факторов.

Стоимость современных гибридных тяговых систем пока еще достаточно велика. Так, например, согласно [19] стоимость городского электробуса ЛИАЗ-6274 с литий-железо-фосфатными (LiFePO<sub>4</sub>) АКБ «ЛИОТЕХ» лежит в пределах 25,0...30,0 млн руб. Однако нужно учитывать, что высокая цена электробуса по сравнению с серийным автобусом-аналогом определяется включением в себестоимость всего комплекта тягового электрооборудования. В случае локомотивами вообще (и газотурбовозами в частности) ситуация существенно отличается, так как практически все мощные локомотивы уже оборудованы полным комплектом тягового электропривода.

Тем не менее, хотя потребность в накопителях для газотурбовоза принципиально полностью оправдана, целесообразная величина их энергоемкости должна быть определена в ходе дальнейших исследований.

## ВЫВОДЫ

1. Разработка в АО «Кузнецов» двигателя НК-361 для газотурбовоза на базе авиационного двигателя НК-32 является прогрессивным направлением обеспечения отечественного железнодорожного транспорта мощной силовой установкой, удовлетворяющей перспективным требованиям по энерговооруженности и экологии.
2. При совершенствовании ГТД для газотурбовоза необходимо использовать схему с теплообменником и регулируемым сопловым аппаратом силовой турбины, обеспечивающую снижение путевого расхода топлива на 30...40% за счет улучшения экономичности на частичных режимах и снижения расхода топлива на режиме малого газа.
3. Для дальнейшего улучшения топливной экономичности газотурбовоза в составе его энергоустановки целесообразно заменить тяговые электрохимические накопители и импульсные молекулярные накопители для стабилизации частичных режимов работы маршевого ГТД. При этом тяговый накопитель может быть электрохимическим (предпочтительно на основе электрохимической системы литий-ион или литий-полимер) или инерционным магнито-динамическим. Рациональная величина энергоемкости системы накопителей для газотурбовоза должна быть определена в ходе дальнейших исследований.

4. Емкостные накопители энергии на основе импульсных энергоемких конденсаторов (ИКЭ) обеспечивают надежный пуск локомотивной газотурбинной силовой установки при низких температурах (до -50°C)

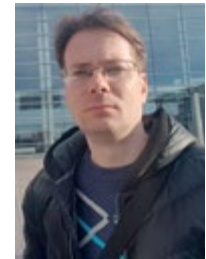
## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова О. Типы литий-ионных аккумуляторов. Электронный ресурс <https://best-energy.com.ua/support/battery/bu-205>
2. Аблимов О. С. Исследование эксплуатации тепловозов зТЭ10М на холмисто-горном участке АО «ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ». Известия Транссиба. № 2 (26), 2016, стр. 2–6. Электронный ресурс [http://izvestia-t.nichost.ru/images/journal\\_pdf/2016-2\(26\).pdf](http://izvestia-t.nichost.ru/images/journal_pdf/2016-2(26).pdf)
3. Бут Д. А. и др. Накопители энергии. – М. Энергоатомиздат, 1991, 399 стр.
4. Газотурбовоз ГТГ. Источник <http://tehnorussia.ru/zheleznodorozhnaya-tekhnika/39-gazoturbovozy/5-gazoturbovoz-gt>
5. Деньщиков К. К. Суперконденсаторы: принципы построения, техника и применения (применение наборных суперконденсаторов в железнодорожном транспорте). Электронный ресурс: <http://auto-ally.ru/ekonomika/9514/index.html?page=4>
6. Импульсные конденсаторы энергоемкие (ИКЭ). Электронный ресурс: [http://econod-spb.ru/#/c\\_101](http://econod-spb.ru/#/c_101)
7. Импульсные и энергетические российские суперконденсаторы марки ТЭЭМП. Источник: <http://втораяиндустриализация.рф/impulsnyie-i-energeticheskie-superkondensatory/>
8. Коссов Е. Е. Совершенствование качества переходного процесса при смене режима работы дизель-генератора тепловоза / Е. Е. Коссов, В. В. Фурман // Вестник ВНИИЖТ. – 2012. – № 2. – С. 27-30.
9. Кузнецов В., Панькина О., Мачковская Н., Шувалов Е., Восстриков И. Конденсаторы с двойным электрическим слоем (ионисторы): разработка и производство. // Компоненты и технологии № 6, 2005.
10. Михеев В. А., Анисимов А. С., Гришина Ю. Б., Тарута М. В. Аналитические подходы к оценке эксплуатационной экономичности и экологических характеристик тепловозных энергетических установок // Молодой ученый. – 2010. № 3. С. 32–35. Электронный ресурс: <https://moluch.ru/archive/14/1270/>.
11. Никипель С. О., Косов Е. Е., Фурман В. В. Показатели работы дизель-генераторов при применении накопителя энергии в электрической передаче тепловоза. Наука и бизнес: пути развития, № 6 (2011), с. 95–99
12. Павлов М. В., Павлов И. В. Отечественные бронированные машины // Техника и вооружение №5,7–11/2009
13. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок: учеб. для вузов [Арбеков А.Н. и др.] под общей редакцией Варакина А.Ю. – 3-е перераб. и доп. – Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 677 с.
14. Троицкий Н. И. Применение накопителей энергии – радикальный способ улучшения топливной экономичности наземных машин с ГТД // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. 2014. № 3 (96) С.110–118
15. Шурыгина В. Суперконденсаторы. Помощники или возможные конкуренты батарейным источникам питания. «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес», Выпуск № 3/2003.
16. Электронный ресурс: <http://www.bluecar.fr/les-batteries-lmp-lithium-metal-polymer>
17. Электронный ресурс: [http://build-master.blogspot.ru/2011/02/blog-post\\_6202.html](http://build-master.blogspot.ru/2011/02/blog-post_6202.html)
18. Электронный ресурс: [http://www.liotech.ru/UserFiles/presentations/Leaflets/Liotech\\_Listovka\\_LIAZ\\_A4.pdf](http://www.liotech.ru/UserFiles/presentations/Leaflets/Liotech_Listovka_LIAZ_A4.pdf)
19. [17] Электронный ресурс: <https://wroom.ru/cars/liaz/6274>
20. Электронный ресурс: <http://helpiks.org/5-23176.html> <http://helpiks.org/5-23176.html>
21. [6] «Electric Drive Demonstrator», Giat Industries, AECV 2003, 02-05th June 2003.

УДК 629.7.02

# МЕХАТРОННЫЙ УЗЕЛ И КАРКАС АДАПТИВНОГО КРЫЛА

## MECHATRONIC UNIT AND FRAME ADAPTIVE WING



**Алексей ИВЧЕНКО,**  
инженер-конструктор,  
Волгоградский государственный технический университет

**АННОТАЦИЯ:** Предложено решение по созданию мехатронного узла и конструкции каркаса адаптивного крыла на его основе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** адаптивное крыло, нерасчленимые пружинно-шарнирные механизмы, цилиндрический шарнир двойного действия, мехатронный узел.

**ABSTRACT:** A solution for the creation of a mechatronic mechanism and the design of an adaptive wing frame based on it is proposed.

**KEY WORDS:** compliant rolling-contact D-CORE, morphing wing, flexagon structures.

Приходится констатировать, что классический подход в проектировании крыльев летательных аппаратов самолетного типа на текущий момент технологически себя исчерпал и не позволяет существенно повысить их аэродинамические свойства и улучшить взлетно-посадочные характеристики. Механизация крыла в виде выдвигаемых механических элементов не позволяет достичь больших значений максимального коэффициента подъемной силы при меняющихся режимах полета. В связи с чем в последние годы с развитием технической базы и появлением новых авиационных материалов, специалисты все большее внимание обращают на возможность улучшения летных характеристик самолета за счет изменения геометрии крыла, в зависимости от режима полета, без нарушения целостности его поверхности, то есть ориентируются на использование адаптивного крыла [1]. То, что тенденция к созданию летательных аппаратов, в полете меняющих свои геометрические характеристики, с сохранением гладкости поверхностей, находит свое практическое воплощение уже в наши дни, мы можем видеть на примере поисков практических решений данной проблемы со стороны NASA[2], Boeing, Airbus Industrie, FlexSys[3], Festo и др.

Предметом данной статьи является знакомство читателей с принципом и устройством мехатронного узла, а также, с конструкцией каркаса адаптивного крыла, реализованной с его применением.

В основе предлагаемой нами конструкции каркаса адаптивного крыла лежит мехатронный узел, который призван обеспечить заданный угол между элементами в структуре адаптивного крыла, согласованное управление которыми позволяет изменять геометрию крыла с учетом аэродинамических и технологических требований.

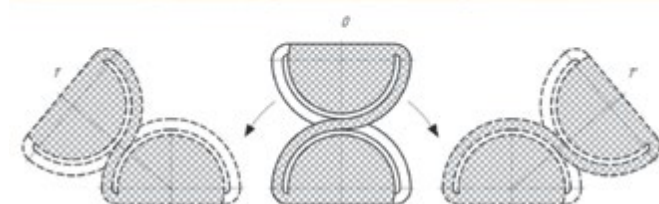
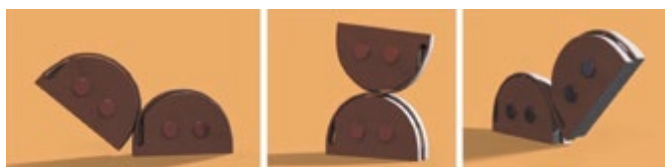


Рис. 1. Внешний вид цилиндрического шарнира двойного действия (D-CORE) в различных стадиях



Рис. 2. Схема последовательного объединения цилиндрических шарниров (D-CORE) двойного действия вписанных в контур крыла

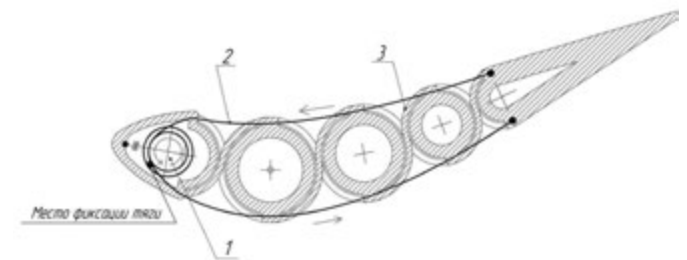


Рис. 3. Конструктивная схема мехатронного узла адаптивного крыла: 1 – электромеханический привод; 2 – тяга; 3 – цилиндрический шарнир двойного действия

Мехатронный узел представляет собой последовательное объединение цилиндрических шарниров двойного действия (compliant rolling-contact D-CORE) [4], [5] (рис. 1), вписанных в контур профиля крыла (рис. 2) с приводом (рис. 3, 4).



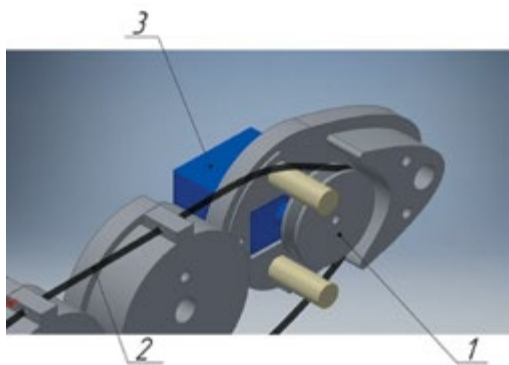


Рис. 4. Привод мехатронного узла адаптивного крыла:  
1 – шкив; 2 – тяга; 3 – сервопривод



Рис. 5. Макет профиля адаптивного крыла  
в различных положениях

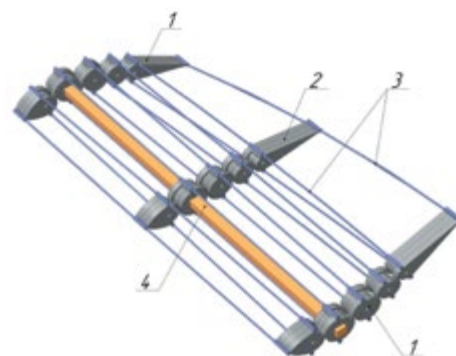


Рис. 6. Основные узлы и элементы конструкции  
каркаса адаптивного крыла: 1 – мехатронный  
узел адаптивного крыла; 2 – узел профиля  
компенсирующий (без элементов управления);  
3 – стрингеры; 4 – лонжерон.



Рис. 7. Действующий макет конструкции каркаса адаптивного крыла

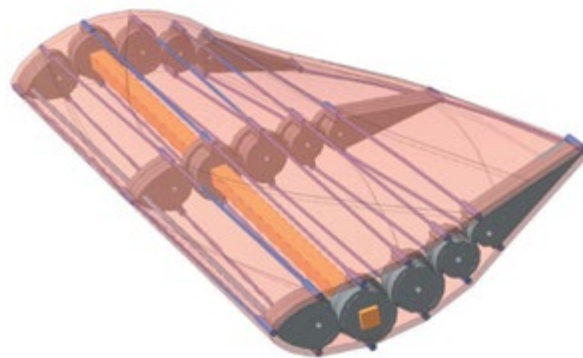


Рис. 8. Внешний вид фрагмента адаптивного крыла с обшивкой

Для конструкции D-CORE как механического узла характерно наличие упругих взаимобратных связей и непрерывно изменяющаяся ось вращения.

Управление мехатронным узлом осуществляется путем натяжения и ослабления тяги, переброшенной через шкив, связанный с валом сервопривода (рис 3 и 4).

Предложенная на рис. 3 конструктивная схема может быть изменена на варианты с использованием электромеханических, пьезо-, пневматических и гидравлических актуаторов, а также «материалов с памятью» (с нитиноловой нитью [6]).

Как осуществляется управление кривизной профиля крыла можно видеть на рис. 5.

Расположение мехатронных узлов в структуре каркаса крыла должно наделять последнее свойствами, позволяющими плавно отклонять носовую и хвостовую части, изменяя таким образом кривизну вдоль размаха, в зависимости от высоты, скорости полета и перегрузки, а также, полностью изменять форму всего крыла, в том числе с возможностью приобретения крылом винтовой формы.

Крыло состоит из не менее двух мехатронных узлов, объединенных в единую конструкцию с помощью упругих стержневых элементов из углепластика и элемента жесткого объединения мехатронных узлов. Управление приводами согласовано при помощи электронной системы (рис. 6).

Определенную техническую сложность представляет подбор материала обшивки крыла (рис. 8). В качестве оптимального варианта нам видится использование силиконовых эластомеров.

Положенный в основу предлагаемого решения принцип управления геометрией крыла является частным случаем

и может быть распространен на управление геометрией всего корпуса летательного аппарата.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адаптивное крыло [Электронный ресурс]. URL: [dir.md/wiki/Адаптивное\\_управляемое\\_крыло?host=ru.wikipedia.org](http://dir.md/wiki/Адаптивное_управляемое_крыло?host=ru.wikipedia.org) [дата обращения 05.06.2018].
2. NASA'S MIGHTY MORPHING WINGS MAKE FOR MORE EFFICIENT FLYING [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wired.com/2016/11/nasas-mighty-morphing-wings-make-efficient-flying> [дата обращения 05.06.2018].
3. FlexSys Morphing Wing [Электронный ресурс]. URL: [https://www.liveleak.com/view?t=fb6\\_1478428583](https://www.liveleak.com/view?t=fb6_1478428583) [дата обращения 05.06.2018].
4. T. G. Nelson, R. J. Lang, S. P. Magleby, and L. L. Howell, «Curved-folding-inspired deployable compliant rolling-contact element (D-CORE)» Mechanism and Machine Theory, vol. 96, pp. 225-238, 2016.
5. Larry L. Howell, Todd Nelson. Patent US20160177605A1, 2015. Deployable joint.
6. Austin Taylor, Trent Slutzky, Leah Feuerman, Mable Fok, Zion Tsz Ho Tse, «Origami Endoscope Design for MRI-Guided Therapy» Published: 10 April 2017 by ASME International in 2017 Design of Medical Devices Conference 2017 Design of Medical Devices Conference; doi:10.1115/dmd2017-3352.





# 28–30 ноября 2018

## XXII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

# РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК

Ufi  
Approved  
Event



**ВЫСТАВКИ:** ■ ИННОВАЦИИ ■ МАШИНОСТРОЕНИЕ ■ ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ОПК  
■ РЕГИОНЫ РОССИИ ■ СТАНКОСТРОЕНИЕ ■ МЕТАЛЛООБРАБОТКА ■ ЛАЗЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
■ ИНСТРУМЕНТ ■ ЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ ■ РОБОТОТЕХНИКА ■ ПОЛИМЕРЫ ■ КОМПЗИТЫ  
■ ПРОМЫШЛЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИХ ОБРАБОТКА ■ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ОДНОВРЕМЕННО ПРОХОДЯТ

- ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ
- ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС «ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ»

КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР  
**ЭКСПОФОРУМ**  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ОРГАНИЗАТОР

**EXPOFORUM**

[WWW.PROMEXPO.EXPOFORUM.RU](http://WWW.PROMEXPO.EXPOFORUM.RU)  
+7 812 240 4040 | ДОБ. 2150, 2158

ПАРТНЁР

 **ГАЗПРОМБАНК**





# MACHINERY

CHINA MACHINERY FAIR MOSCOW 2018

Национальная китайская  
выставка машиностроения  
и инноваций

National Trade Fair for Chinese  
Machinery and Innovations

## Продуктовые группы:



Строительное  
оборудование  
Construction equipment



Энергетическое  
и электротехническое  
оборудование  
Power and electric  
equipment



Трубопроводная арматура,  
насосы и клапаны  
Pipeline fittings, industrial  
pumps and valves



Сельскохозяйственная  
техника и оборудование  
Agricultural equipment



Оборудование легкой  
промышленности  
Light industrial equipment



Трансмиссии,  
запасные детали  
Transmissions and  
Industrial spare parts



Станки  
Machine tools

Организаторы | Organizers



温州市人民政府  
People's Government of Wenzhou



При поддержке | Supported by



EXPOCENTRE  
MOSCOW

Оператор | Operator



messe frankfurt



MOSCOW, VDNH, PAVILION 75  
23-26 OCTOBER 2018

22<sup>ND</sup> INTERNATIONAL EXHIBITION

# INTERPOLITEX



MEANS OF STATE SECURITY PROVISION



[WWW.INTERPOLITEX.RU](http://WWW.INTERPOLITEX.RU)

ORGANIZERS



Ministry of the Interior of the Russian Federation



Federal Security Service of the Russian Federation



Federal Service for Military-Technical Cooperation

ORGANIZER OF EXHIBITION "BORDER"



Border Service of the Russian Federation Federal Security Service

EXHIBITOR-COORDINATOR FROM THE RUSSIAN FEDERATION MINISTRY OF THE INTERIOR



State Enterprise Research and Production Association "Special Equipment and Telecoms" of the Russian Federation Ministry of Internal Affairs

GENERAL EXHIBITION OPERATOR



Exhibition Companies Group BIZON