

РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№ 03 (84)

сентябрь 2024



ДЕПАРТАМЕНТ
ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА
И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ



МОСКОВСКАЯ КОНФЕДЕРАЦИЯ
ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ
(РАБОТОДАТЕЛЕЙ)

12+

ISSN 2074-9252



ПРИОРИТЕТЫ БИЗНЕСА Ситуация под контролем!



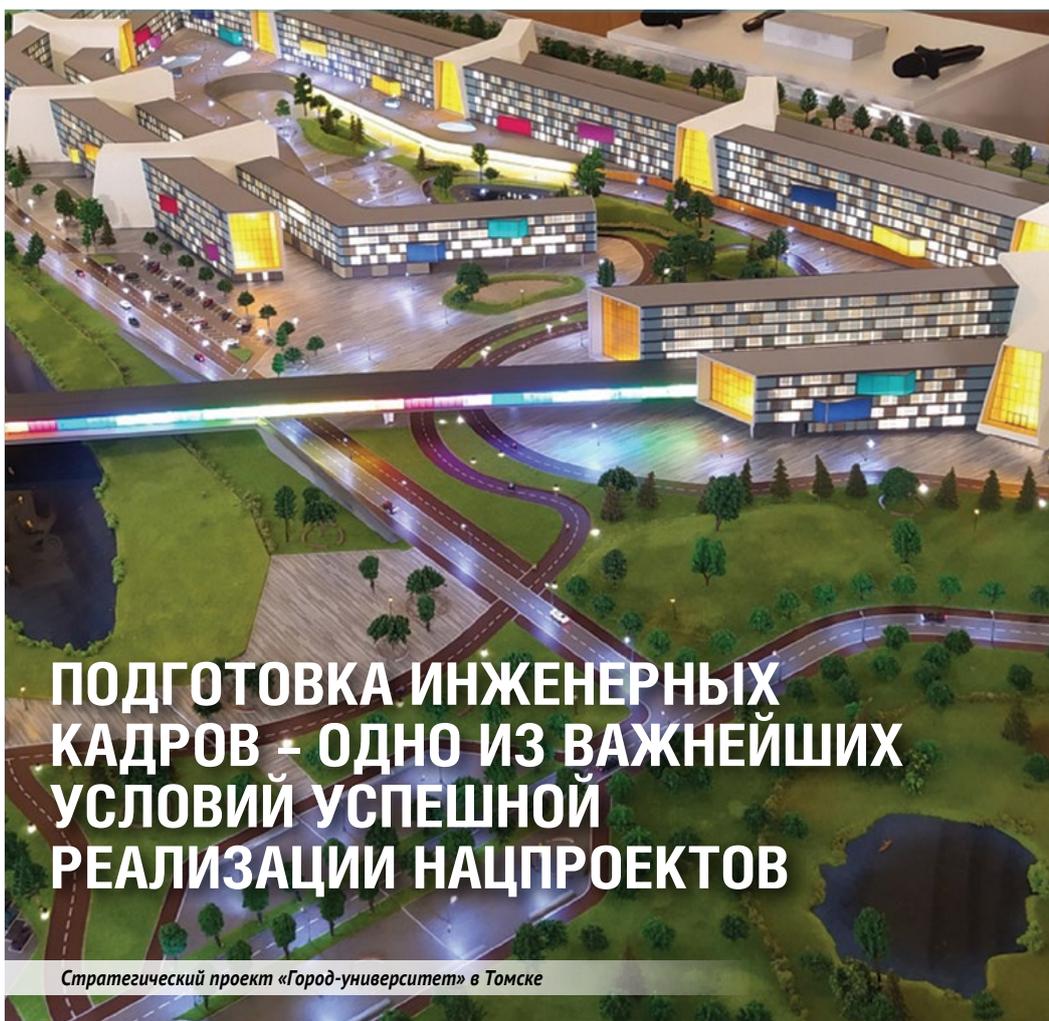
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
Роспатент повышает мотивацию
и защищённость изобретателей

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕГАПРОЕКТОВ
«Проштрафившихся» ждёт
даже смена собственника

МОСКОВСКИЕ МАСТЕРА
Названы лучшие инженеры,
программисты и радиомонтажники



ОСТРАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ
Энергетическая отрасль ждёт
инженеров нового уровня



ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ – ОДНО ИЗ ВАЖНЕЙШИХ УСЛОВИЙ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ НАЦПРОЕКТОВ

Стратегический проект «Город-университет» в Томске

19 ноября 2024 года,
отель The Carlton, Moscow



**XII МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФОРУМ ПРИГЛАШАЕТ К УЧАСТИЮ**

28-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-ФОРУМ БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА



БИОТ

2024

10-13
декабря

МОСКВА

BIOT-EXPO.RU

КРОКУС ЭКСПО
Международный выставочный центр

МОСКВА ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ



Редакция журнала «Русский инженер» совместно с «Объединённой промышленной редакцией» в 2024 году начинает реализацию масштабного специального информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» с широким участием в нём профильных, отраслевых, региональных и корпоративных СМИ (в том числе электронных), промышленных холдингов и предприятий, НИИ и КБ, органов власти и муниципальных структур, технических учебных заведений, общественных союзов и организаций...

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

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

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

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



ОПР
ОБЪЕДИНЁННАЯ
ПРОМЫШЛЕННАЯ
РЕДАКЦИЯ

РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER
ИНЖЕНЕР

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

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ

Ситуация под контролем! 4

ПРОБЛЕМЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ

Реализация мегапроектов 8

**АДРЕС ИННОВАЦИЙ**

Хранитель технологий 10

ПРОФЕССИОНАЛЫ

Покажи, на что ты способен 12

**ДИАЛОГ. ВУЗ И РАБОТОДАТЕЛИ**

Кто даст нам свет и тепло? 15



Энергетика больших мощностей 18

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Новый смысл кампусов 19

АКТУАЛЬНО

В фокусе – интеллектуальная собственность 22

**ТЕМА ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ**

Об оценке изобретений 24

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ

За новые технологии и активность 27

СДЕЛАЙ ВЫБОР

Космос. Образ будущего 28

**НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ**

Проектирование элементов подвески с использованием отечественных инженерных компьютерных технологий 31

Анализ исследований, посвящённых использованию сенсорики движителей для повышения эффективности транспортно-технологических средств 34

Математическая модель прогнозирования пористости анодно-окисного покрытия на алюминиевом сплаве АМг6 38

Расчётно-экспериментальное определение некоторых характеристик грунтов опорных поверхностей дорожных насыпей 44

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 № ФС 77-24583 от 2 июня 2006 г.

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 мая 2017 года журнал «Русский инженер» включён в Перечень рецензируемых научных изданий (№ 2355 в Перечне), в которых публикуются основные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата и доктора наук по специальностям: 2.1 – Машиностроение, 2.5 – Строительство.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**Председатель редакционного совета:**

Панина Елена Владимировна, доктор экономических наук, профессор, председатель МКПП(р)

Члены редакционного совета:

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

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

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

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

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

Кошкин Валерий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Рыбинского ГАТУ им. П.А. Соловьёва, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Лёвин Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор, президент 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:

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

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

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

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

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

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

Номер подготовлен совместно**с «Объединённой промышленной редакцией»:**

Генеральный директор В.В. Стольников

Исполнительный директор Е.В. Стольникова

Заместитель генерального директора Н.Е. Можаяева

Директор по международным проектам А.В. Стольников

Главный художник А.Н. Зиновьев

Дизайнер-верстальщик С.В. Селиверстова

Корректор Р.В. Андреева

Редакция журнала «Русский инженер»:

Главный редактор С.И. Резник

Заместитель главного редактора Л.А. Богомолова

123557, Москва, ул. Малая Грузинская, д. 39

Тел.: (495) 695-43-54; 691-24-14

press@mkppr.ru

mail@russianengineer.ru

www.pressmk.ru

www.russianengineer.ru

Подписной индекс 83410 в объединённом

каталоге «Пресса России», том 1

Номер отпечатан в типографии

ООО «Объединённая промышленная редакция»

Общий тираж 5000 экз.

Цена свободная.

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

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

© На правах рекламы.

© Издательский Дом МКПП(р) «КонфИнМедиа», 2024



СИТУАЦИЯ ПОД КОНТРОЛЕМ!

БИЗНЕС ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ ОБСУДИЛ ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА

Людмила Богомолова
Фото автора

На заседании Координационного совета Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП) в Центральном федеральном округе (ЦФО) был рассмотрен целый ряд ключевых для развития бизнеса тем. Среди них – реализация решений резолюции XXXIII съезда РСПП «100 шагов к экономическому лидерству», эффективность взаимодействия бизнеса с региональными органами государственной власти, кадровая политика, социальное партнёрство, меры по развитию системы альтернативного разрешения споров. Вела мероприятие вице-президент РСПП, председатель Координационного совета РСПП в ЦФО, председатель Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей) – МКПП(р) Елена Панина.

О том, на что сегодня нужно обратить внимание руководителям компаний, рассказал в своём выступлении глава РСПП Александр Шохин. Серьёзным вызовом для регионов, практически для всех отраслей сейчас является проблема кадрового дефицита. РСПП держит ситуацию под контролем и рассматривает эту тему как приоритетную.

– Мы уделяем очень большое внимание вопросам подготовки и переподготовки квалифицированных рабочих и инженерных кадров, а также повышению производительности труда, – сказал Александр Шохин.

Он отметил, что незадолго до заседания Координационного совета РСПП председатель правительства РФ Михаил Мишустин провёл стратегическую

сессию, на которой в числе других вопросов обсуждался и национальный проект «Эффективная и конкурентная экономика».

– В этот нацпроект вошли такие федеральные проекты, как «Производительность труда», «Малое и среднее предпринимательство» и ряд других. Но, – обратил внимание Александр Николаевич, – в процессе их обсуждения

у нас возник вопрос: почему в нацпроекте «Эффективная и конкурентная экономика» нет раздела по конкурентной политике? Для деловых кругов это, безусловно, очень важно, поскольку конкурентная политика – это и баланс интересов между государственным и частным секторами, и недопущение монополизации рынков.

Кто виноват в том, что упустили или проигнорировали данный раздел нацпроекта и как это можно исправить, глава РСПП не сказал. Но главное, что вопрос поднят, есть надежда на заполнение этого пробела.

Говоря о федеральном проекте «Производительности труда», Александр Шохин отметил, что «хотелось бы видеть этот проект не просто, скажем, проектом по выбору какого-то количества предприятий, где за счёт бюджетных денег консультанты будут учить, как лучше организовать производственные, управленческие, операционные и иные процессы. Нам важно, чтобы реализация проекта стала достаточно массовым явлением. Чтобы компании, которые уже продемонстрировали какие-то и технологические, и экономические результаты, получали поддержку за счёт инструментов бережливого производства и других». Важно, чтобы «Производительность труда» в федеральном проекте не стояла обособленно. Ведь этот проект связан и с обучением людей технологиям бережливого производства, и с подготовкой персонала, и с национальным проектом «Кадры».

Глава РСПП призвал всех промышленников плотно поработать с нацпроектами, особое внимание обратить на новые технологии. «Цифровая зрелость компании – тоже один из критериев того, насколько может быть повышена производительность труда», – отметил Шохин.

Затрагивая тему оценки профессиональных квалификаций, Александр Николаевич сообщил, что в настоящий момент РСПП активно работает над тем, как ускорить и процедуру актуализации профессиональных стандартов, и трансформацию образовательных стандартов в программу подготовки в колледжах и университетах. «Безусловно, крайне важно соединить независимую оценку квалификации с государственной итоговой политикой аттестации», – добавил президент РСПП.



Елена Панина

Александр Шохин подчеркнул, что практически принято предложение РСПП о том, чтобы студенты колледжей или университетов смогли в ходе обучения получать дополнительные квалификации, микростепени. Через механизм независимой оценки квалификации они позволят студентам расширить возможности трудоустройства и повысить востребованность на рынке труда.

Говоря о механизмах развития российской экономики, среди которых, например, создание промышленных кластеров и технопарков, реализация инвестпроектов, глава РСПП затронул и стимулирующие направления. Так, премия «Лидеры ответственного бизнеса», которую в прошлом году предложил учредить президент РФ Владимир Путин, уже нашла своих первых лауреатов и втягивает в процесс отработки методики конкурса всё больше компаний, становится общенациональной.

– Премия «Лидеры ответственного бизнеса» будет не только фиксацией успехов компаний в реализации про-

изводственных и иных программ, она способствует целям развития национальных проектов, достижения технологического суверенитета страны, – считает глава РСПП.

В завершение выступления Александр Шохин наградил руководителя региональной общественной организации развития предпринимательства «Союз предпринимателей Тверской области» Андрея Дмитриева медалью РСПП «За заслуги». Награда вручена за активное продвижение реализации федеральной программы «Профессионалитет» и развитие индустриального партнёрства в производственно-образовательных кластерах, созданных в Тверской области. Также Андрей Вячеславович внёс большой вклад в налаживание взаимовыгодных отношений между предпринимателями и органами власти, что в определённой мере положительно повлияло на социально-экономическое развитие региона.

Прошлой расширенное заседание Координационного совета РСПП проводилось как раз в Твери, и Елена Панина отметила, что мероприятие благодаря руководителю Союза предпринимателей прошло на высоком уровне, с конкретными результатами.

Взяв слово, Андрей Дмитриев коротко рассказал о ситуации с производством автокомпонентов в Тверской области, импортозамещением, логистикой, выполнением программы «Профессионалитет» и реализацией внесённых тверичами предложений, вошедших в резолюцию «100 шагов к экономическому лидерству».



Елена Панина в связи с этим расставила некоторые акценты: «Резолюция съезда РСПП – это программа работы не на один год. И когда мы у себя в Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей начали обсуждать пути решения тех или иных задач, мы пришли к идее дорожной карты. Поняли, что надо делать какой-то развёрнутый план с конкретными сроками выхода на конкретный результат. Надо максимально понять, какие интеллектуальные и административные возможности нам помогут в этом деле. И здесь, конечно, очень важно, что вышел протокол поручений президента РФ, он нам значительно облегчает работу».

Вице-президент РСПП также обратила внимание на некоторые негативные моменты, которые, безусловно, влияют на достижение намеченных целей, на работу предприятий.

– Например, когда мы говорим о системе социального партнёрства, то всегда отмечаем, что часто сталкиваемся с непониманием роли объединений работодателей в регионах с местной властью. Работая в субъекте Российской Федерации Москве и имея достаточный авторитет, мы тоже нередко оказываемся в положении, когда решения, затрагивающие юридические и экономические условия деятельности хозяйствующих субъектов, принимаются без учёта мнения работодателей. Нас просто ставят перед фактом. Это неправильно, – сказала она.

У работодателей есть право на выражение своей позиции в отношении несогласованных с ними решений. Однако у органов власти обя-



Александр Шохин вручил Андрею Дмитриеву медаль РСПП «За заслуги»

занности прислушиваться к бизнесу нет. И получается, как сказала Е. В. Панина, что «порой только на собственном авторитете можно о чём-то договориться, что-то пересмотреть и чего-то добиться. И то не всегда». По её мнению, необходимы поправки в Федеральный закон «Об объединениях работодателей», в административные регламенты, которые сделали бы невозможными автономные, без учёта мнения работодателей, действия органов исполнительной власти.

На заседании говорилось о многих проблемах, с которыми сталкиваются бизнесмены. Как всегда, есть вопросы к налогам, пошлинам, но мало механизмов влияния на решения Минфина, так как много лет назад он добился, чтобы его фискальные предложения не обсуждались в рамках оценки регулирующего воздействия (ОРВ). Елена Панина уточнила, что работодатели участвуют в ОРВ,

однако, по её мнению, нужен механизм согласования позиций, ведь с бюрократической машиной справляться тяжело – не гарантировано, что предложения бизнесмена рассмотрят.

Елена Владимировна также напомнила, что на последнем съезде РСПП В. В. Путин очень положительно отнесся к развитию социального партнёрства и объединений работодателей. Такое отношение главы государства должно подтолкнуть представителей власти, чиновников к более тесному сотрудничеству с работодателями в рамках социального партнёрства, к более справедливому выстраиванию системы трудовых отношений. Потому что бизнесу без этого тяжело работать и в Москве, и в регионах.

Также Е. В. Панина обратила внимание на поощрение социально ответственного бизнеса.

– Замечательно, что у нас есть национальная премия «Лидер ответственного бизнеса». В условиях конкурса хорошо написано: «обеспечить внедрение мер поддержки и стимулирование ответственного бизнеса». Вот надо подумать, а какие это меры поддержки? Потому что один бизнесмен, предприниматель наряду с производственными успехами ведёт какие-то социальные проекты, обеспечивает хорошие условия труда, предоставляет социальный пакет своим работникам, решает какие-то вопросы территориального плана... А другой преуспевает только в выпуске продукции или только гонится за прибылью. На заседании нашей Конфедерации мы уже рассматривали различные предложения. Например, хорошо бы предусмотреть дополнительные баллы за социальную ответственность при участии компании в госзаказах или при рассмотрении заявок на получения субсидий и так далее... Но здесь требуют проработки критерии социально ответственного бизнеса, – сказала Елена Панина.

Был поднят и ещё один важный вопрос – арбитражного разбирательства.

«Пробелы в нормативно-правовой базе очевидны», – уверена Елена Панина. Как бывший депутат Госдумы пяти созывов, экономист, она хорошо разбирается в нюансах законотворчества и считает, что надо смелее вводить в практику досудебное решение споров хозяйствующих субъектов. Это могут быть

и имущественно-земельные, и «технадзорские» споры, и многие другие.

– Досудебное разбирательство необходимо. Потому что пока дело лежит в суде, зачастую меняется нормативная база, которую загруженные судьи просто не успевают изучить и годами не могут вынести справедливое решение. Предприятий, которые судятся по несколько лет, даже в Москве немало. А что уже говорить о регионах, – сказала Е. В. Панина.



Юрий Чайка

Подробнее о практике рассмотрения арбитражных дел и развитии третейских судов на заседании рассказал Пётр Ильичёв – председатель комиссии Ассоциации юристов России по третейскому разбирательству, член Совета по совершенствованию третейского разбирательства при Минюсте России, советник председателя Арбитражного центра при РСПП.

– Арбитражный центр при РСПП является одним из ведущих в России постоянно действующих арбитражных учреждений. В каждом федеральном округе России открыт его офис, – отметил докладчик и подчеркнул, что «важно, чтобы именно региональные отделения РСПП выполняли ведущую роль в развитии региональных офисов центров третейского разбирательства, поскольку это отвечает интересам региональных деловых кругов».

Петр Ильичёв обратил внимание участников на ключевые преимущества арбитражного разбирательства перед государственным правосудием: быстрые сроки рассмотрения дела, конфиденциальность и неразглашение информации, являющейся коммерческой тайной, профессионализм и высокая квалификация арбитражных судей, недорогие

услуги в сравнении с государственным правосудием.

Выступили и многие другие участники заседания.

Исполнительный директор Ассоциации межрегионального социально-экономического взаимодействия «Центральный федеральный округ» Юрий Чайка рассказал о мерах поддержки и стимулирования ответственного бизнеса. Он презентовал национальный стандарт «Индекс деловой репутации субъектов предпринимательской деятельности (ЭКГ-рейтинг)».

Председатель Комитета по градостроительной политике, строительству и промышленности строительных материалов МКПП(р), председатель Совета СРО Союз «Межрегиональное объединение организаций специального строительства» Михаил Викторов рассказал о развитии строительного комплекса и инфраструктуры в столице.

Заместитель председателя правления регионального объединения работодателей, генеральный директор исполнительной дирекции «Московский областной союз промышленников и предпринимателей» Владимир Козырев поделился своим мнением о том, как лучше готовить профессиональные кадры. Он считает, что эту работу необходимо вести с учётом концентрации в конкретном регионе промышленных предприятий и научно-производственных организаций той или иной отрасли. Формировать кадровый резерв, ориентируясь на научно-технические отраслевые приоритеты, задачи в сфере развития передовых технологий, а также конечные сроки их внедрения в реальное производство.

– Комплексный подход к развитию и размещению производительных сил мы предлагаем параллельно решать с вопросами развития производственных мощностей и подготовки кадров высшего и среднего специального образования на базе региональных учреждений, расположенных в пределах миграционной доступности на территории городских округов Московской области в интересах резидентов промышленного кластера или холдинговой структуры, – сказал Козырев.

О взаимодействии региональных отделений работодателей (РОР) с орга-



Михаил Викторов

нами государственной власти субъектов РФ, входящих в ЦФО, в части развития системы обратной связи власти и бизнеса на региональном уровне рассказали исполнительный директор Смоленского РОР «Научно-промышленный союз» Сергей Эсальнек и председатель Координационного совета Ассоциации «Социальная сфера России» по ЦФО Владимир Сенчиков.

Президент РОР «Рязанская ассоциация экономического сотрудничества предприятий» Александр Жукаев выступил с предложением возобновить субсидирование из федерального бюджета кредитным организациям на возмещение недополученных доходов по кредитам, выданным на приобретение приоритетной для импорта продукции. А также предложил к рассмотрению вопрос по возрождению программы «Промышленная ипотека», которая «в настоящее время продолжает своё действие, но фактически не наполнена финансированием».

И. о. президента РОР «Тульский областной союз работодателей» Александр Картышов зачитал обращение АО «Тулачермет» – крупнейшего в мире поставщика чугуна. В обращении идёт речь о необходимости снижения пошлин на экспорт чугуна. Проблема достаточно серьёзная, она негативно сказывается на пополнении регионального бюджета.

На заседании Координационного совета РСПП в Центральном федеральном округе спикерами было высказано немало предложений по разным направлениям работы бизнеса. Все они будут проанализированы и отобраны к обсуждению и решению в соответствующих структурах.



РЕАЛИЗАЦИЯ МЕГАПРОЕКТОВ

«ПРОШТРАФИВШИХСЯ» ЖДЁТ ДАЖЕ СМЕНА СОБСТВЕННИКА

Светлана Величина

Фото пресс-службы Союза машиностроителей России

К 2030 году Россия должна войти в четвёрку крупнейших экономик мира. Такую задачу в послании Федеральному Собранию поставил президент РФ Владимир Путин. Достижение этой цели во многом зависит от реализации национальных проектов, большинство из которых прямо или косвенно касается машиностроительных предприятий, в том числе и оборонных. На одном из последних заседаний Союза машиностроителей России и Лиги содействия оборонным предприятиям председатель СоюзМаша, генеральный директор ГК «Ростех» Сергей Чемезов назвал важнейшим делом успешную реализацию мегапроектов, для чего необходимо решить вопросы нехватки кадров и низкой рентабельности предприятий.



В числе ключевых направлений мегапроектов – новые материалы и химия, гражданская авиация, электроника и радиоэлектроника, дизельные двигатели, новые медицинские технологии, суда и судовое оборудование и многие другие.

– Значение оборонно-промышленного комплекса растёт быстрыми темпами. Мы не только оснащаем всем необходимым наших бойцов в зоне СВО, но и активно участвуем в реализации важнейших гражданских проектов. Способствуем достижению масштабных целей национального развития нашей страны, – отметил Сергей Чемезов.

Однако ряд застарелых проблем тормозят производство необходимой продукции. Одна из них – низкая рентабельность предприятий оборонного комплекса. Чтобы повысить этот показатель, по мнению Чемезова, нужны достаточно серьёзные министерские решения.

Генеральный директор ГК «Ростех» отметил, что «отечественная оборонная промышленность наряду с выполнением государственного оборонного заказа (ГОЗ) создаёт заделы в высокотехнологичных гражданских сферах для постпобедного периода».

Необходимо сформировать условия для получения организациями оборонно-промышленного комплекса более

справедливого дохода, что приобретает особое значение при возрастающем гособоронзаказе. Чтобы выправить ситуацию, эксперты Лиги и Союза разрабатывают законодательные инициативы, направленные на балансировку отношений между производителями и госзаказчиком.

Владимир Гутенёв, первый вице-президент СоюзМаша, глава Лиги, говоря о работе экспертных площадок при Комитете Госдумы по промышленности и торговле, отметил, что основная задача сейчас состоит не только в трансформации законодательного поля, но и в обязательном правоприменении предложенных изменений.

– Механизмы формирования гособоронзаказа не дают производителям мотивацию к снижению издержек при производстве серийной продукции в рамках долгосрочных контрактов. Дополнительная прибыль могла бы идти на повышение зарплат, модернизацию производств, создание инновационных продуктов, – считает Гутенёв.

Он рассказал, что в Администрацию Президента РФ и в правительство РФ отправлен ряд документов с предложениями по трансформации нормативно-правового поля. В первую очередь это предложения, направленные на установление укрупнённого состава затрат, относимых на себестоимость продукции по ГОЗ; упрощение процедуры получения предприятиями господдержки на выполнение научно-исследовательских работ и научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; установление повышенной рентабельности госконтрактов для организаций, формирующих опережающий научно-технический задел в обеспечении развития вооружения, военной и специальной техники.

Теперь дело за тем, как быстро будут рассмотрены и внедрены инициативы промышленников, которые прямо затрагивают деятельность инженерного корпуса страны.

На этой теме остановился в своём выступлении министр науки и высшего образования РФ Валерий Фальков. Он рассказал о том, какая работа сегодня ведётся для подготовки высококвалифицированных инженеров. Так, с 2022 года

Минобрнауки России при поддержке Минпромторга России запустило большой проект «Передовые инженерные школы». В дополнение к 50 уже созданным до 2030 года по поручению президента РФ предстоит открыть на базе вузов ещё столько же таких школ.

– Мы будем вдумчиво расширять сеть передовых инженерных школ, сохраняя качество и высокий статус проекта, – пообещал министр. – Для этого важно следовать тем принципам, которые изначально закладывались, а с другой стороны, сделать так, чтобы передовые школы помогли в решении кадрового дефицита в тех отраслях, где регионы и предприятия испытывают наибольшую потребность.

Валерий Фальков отметил, что сегодня на базе ряда технических университетов (в том числе в вузах – участниках пилотного проекта по обновлению системы высшего образования), а также в передовых инженерных школах выработана новая модель инженерного образования. Она внедряется в таких вузах, как МИСИС, МГТУ им. Н. Э. Баумана, МАИ, Санкт-Петербургский горный университет.

О роли ОПК в развитии промышленности говорили многие участники заседания, имея в виду и обеспечение успешного проведения спецоперации в Донбассе. Министр промышленности и торговли РФ Антон Алиханов рассказал, что пришлось во многом заново выстраивать кооперационные связи по широкой номенклатуре комплектующих – «на несколько уровней вглубь цепочки».

– В эту работу было вовлечено около 850 предприятий, которые раньше вообще не взаимодействовали с «оборонкой». И если сейчас гражданские предприятия помогают оборонным выполнять заказ, то, я уверен, завтра ОПК станет мощной движущей силой для обретения технологического суверенитета и обретения технологического лидерства, – сказал Алиханов.

Также министр пообещал предприятиям поддержку в повышении производительности, оптимизации и внедрении «бережливых» подходов на основе технологического аудита.

– В ОПК основные идеи уже внедрены, они доказали свою работоспособность. Например, это сквозные графики комплектования, сходящиеся в конечном итоге в план-графики поставок. Их реализация находится под чётким контролем Коллегии ОПК. И в случае серьёзных отклонений в отношении «проштрафившихся» предприятий применяются соответствующие меры, вплоть до смены собственника. Работа ОПК в общенациональном масштабе, по сути, переведена на принципы жёсткого проектного менеджмента, что в нынешней ситуации несомненный плюс, – подчеркнул глава Минпромторга.

Однако меры мерами, а без финансовой поддержки производителям порой не обойтись. Поэтому выступление председателя ПАО «Промсвязьбанк» Петра Фрадкова было выслушано с особым вниманием. Банкир перечислил направления работы банковской сферы, которые будут способствовать решению задач, связанных с развитием ОПК.

– Масштабные проекты по импортозамещению критически важных технологий нельзя втиснуть в среднесрочные рамки. Поэтому наш горизонт планирования должен составлять 10–15 лет. Это позволит предоставлять предприятиям «длинные» деньги для реализации их проектов. Таким источником



может стать облигационное финансирование – это один из ресурсов, имеющий большой потенциал, но пока не используемый в ОПК. Поэтому оборонным предприятиям необходимо содействие в выходе на фондовые рынки, а банкам – дополнительные инструменты для успешного запуска такого механизма. Наконец, проблема кадрового голода и «гонки зарплат» в промышленности остаётся одной из ключевых. В связи с этим в современных условиях банки должны взять на себя дополнительные функции и обязательства, чтобы активно участвовать в реализации программ развития и мотивации кадров для ОПК. Эти программы уже были сформулированы руководством страны, – сказал Пётр Фрадков.

Врио губернатора Самарской области Вячеслав Федорищев обратил внимание заседания на необходимости заключения долгосрочных контрактов, создания единых счетов. По мнению главы региона, в холдингах и крупных промышленных предприятиях в рамках диверсификации надо создавать аналитические центры, которые бы анализировали, к примеру, когда и как проводить модернизацию оборудования. Также следует наладить кооперацию небольших предприятий, на случай непредвиденных ситуаций, когда нарушаются сроки сдачи заказчику готового большого изделия.

И, конечно же, глава региона коснулся подготовки кадров в Самарской области, где сосредоточено немало стратегически важных промышленных предприятий: «Мы выступили с инициативой и уже предусмотрели в бюджете региона 500 млн рублей на две масштабные региональные программы. Первая называется «Доктор наук», которая позволит с пятого класса отслеживать весь путь молодого человека, который хочет заниматься наукой, создать необходимую инфраструктуру для этого. Программа позволит мотивировать, в том числе и финансово – единой премией от региона, – тех, кто достиг этого звания. Вторая масштабная программа называется «Инженер будущего». Она будет включать федеральные программы Минобрнауки и наши региональные усилия, совместные с предприятиями. Приняли уже решение о создании сначала департамента, а затем последовательно Министерства науки и высшего образования в Самарской области».

Как известно, на нужды армии работает и АО «АВТОВАЗ». Президент этого акционерного общества Максим Соколов рассказал о текущем состоянии и перспективах развития компании, а также о важности поддержки отечественного автопрома через государственные закупки.

ХРАНИТЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ

КАК НАЙТИ НУЖНОЕ РЕШЕНИЕ И ПРИ ЭТОМ СЭКОНОМИТЬ

Дмитрий Костенко,
администратор проектов Управления взаимодействия
с субъектами промышленной деятельности Департамента
инвестиционной и промышленной политики города Москвы



В сентябре 2020 года правительством Москвы был запущен интернет-сервис «Банк технологий». Задача платформы – помощь промышленным предприятиям города в освоении современных российских технологических решений и сопровождение процессов цифровой трансформации и автоматизации. За четыре года столичным Департаментом инвестиционной и промышленной политики, который реализует этот проект, в банке было собрано более 500 технологических решений.

Москва – развитый промышленный центр России. На её территории работает более 4,2 тыс. промышленных предприятий, в которых заняты 725 тыс. человек. Ежегодно открывается до 50 крупных и средних компаний, а также около 100 малых. Это огромный инженерный, конструкторский и технологический потенциал.

Но, как известно, системное развитие промышленности невозможно без цифровизации и внедрения высокотехнологичных разработок. Предприятия всегда нуждались в информации о результатах инженерной деятельности. Поэтому «Банк технологий» стал очень востребованным «портфелем» новинок, где возможно не только найти нужные технологические решения, но и разместить свои, оставив заявку на включение их в реестр платформы. «Банк технологий» способствует эффективному партнёрству НИИ, научно-производственных и промышленных предприятий, КБ в рамках цифровой трансформации производств, а также снижению затрат на модернизацию оборудования.

Реестр этого интернет-сервиса содержит перечень отечественных разработок, среди которых – промышленные роботы, дроны, современные станки с ЧПУ, VR/AR-технологии, системы мо-

нитинга, оборудование для 3D-печати, различные системы программного обеспечения, вспомогательное оборудование, а также контакты компаний, которые занимаются интеграцией. Примечательно, что перед тем, как попасть в онлайн-реестр, все разработки проходят анализ на наличие успешного опыта их внедрения.

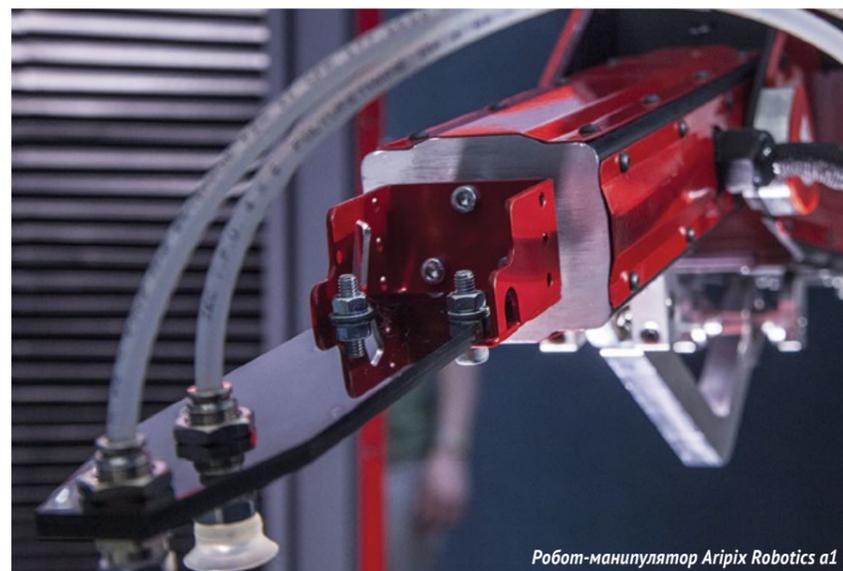
Ресурс постоянно дорабатывается, пополняется новыми онлайн-инструментами. Например, был обновлён интерфейс личного кабинета – появились

новые возможности для отслеживания статуса конкурсных процессов.

Подбор нужного оборудования происходит в несколько этапов. Подробнее о них можно узнать по адресу в информационно-телекоммуникационной сети Интернет: <https://investmoscow.ru/industries/technology-bank>.

«Банк технологий» позволяет предприятиям экономить не только время при поиске подрядчиков. Благодаря Московскому фонду поддержки промышленности и предпринимательства (МФППП) экономятся и средства при внедрении разработок. Фонд выделяет предприятиям льготные займы для приобретения современных решений от проверенных поставщиков из реестра «Банка технологий». В результате компании повышают эффективность производства с минимальными затратами.

Конечно, «Банк технологий» – не единственный инструмент, который



Робот-манипулятор Aripix Robotics a1

Займы на приобретение технологий		
Кто предоставляет	Что получает предприниматель	Получатели и основные условия получения займа
Московский фонд поддержки промышленности и предпринимательства	От 1 до 300 млн руб. на срок до 3 лет по ставке, которая ниже ключевой ставки ЦБ РФ на 3–4,5% в зависимости от вида обеспечения.	Все промышленные, научные и ИТ-предприятия Москвы. В обеспечение принимаются залог имущества и гарантии или поручительства. Доля займа в финансировании проекта – не более 70%. 30% должны составлять собственные средства компании и (или) иные заёмные средства.
Программа Фонда развития промышленности «Проекты развития»	От 100 до 1000 млн руб. на срок до 5 лет по ставке 1–3% при приобретении отечественного программного обеспечения.	Годовой объём продаж новой продукции получателя должен составлять не менее 50% от суммы займа начиная со второго года серийного производства. Доля займа в финансировании проекта – не более 80%. 20% должны составлять собственные средства компании и (или) иные заёмные средства.
Программа Фонда развития промышленности «Приоритетные проекты»	От 500 млн до 2 млрд руб. на срок до 7 лет по ставке 1–3% в зависимости от вида обеспечения.	Предприятие-получатель или продукция должны входить: <ul style="list-style-type: none"> • в перечень Межведомственной комиссии по вопросам развития производства комплектующих; • в перечень стратегически значимых лекарственных средств; • в отраслевые планы импортозамещения Минпромторга России. В обеспечение принимаются залог имущества и гарантии или поручительства. Доля займа в финансировании проекта – не более 80%. 20% должны составлять собственные средства компании и (или) иные заёмные средства.

помогает в модернизации столичных предприятий. Всего заводам доступно более 20 льгот и мер поддержки от правительства Москвы, позволяющих сократить налоговую нагрузку, снизить стоимость аренды, упростить получение разрешительной документации, бесплатно воспользоваться готовой инфраструктурой. Таким образом предприятия экономят миллионы рублей, вкладывая их в модернизацию и расширение производства. Примеров этого много.

Так, компания «Инкарнет» – разработчик и производитель сетевого оборудования – модернизировала цех, где выпускают корпуса электронных изделий, радиаторы для электроники, монтируют крепежи. На площадке появились новые листогибочные, фрезерные и лазерные станки, которые позволили ускорить темп производства, снизить себестоимость изделий. «Инкарнет» воспользовался одной из мер поддержки производителей инновационной продукции – программой, включающей гранты на проведение пилотных тестирований и компенсацию расходов на патентование изобретений.

Завод «Москабельмет» также сделал свой выбор в реестре разработок «Банка технологий» – приобрёл робот-манипулятор, который заменяет человека на тяжёлых участках производства. Эта умная техника разработана компани-

ей Aripix Robotics и способна загружать металл в печи и прессы, обеспечивая безопасную и стабильную подачу сырья. Шестиосевые модели роботов-манипуляторов оснащены системами распознавания объектов и нейронной сетью, что позволяет им перемещать тяжёлые предметы и даже обнаруживать брак.

Производитель интерактивного оборудования компания NexTouch нашла в «Банке технологий» подходящее решение – роботизированный комплекс для сборки экранов и сенсорных панелей. Система – разработки московского предприятия «Технорэд» – размещена в чистых помещениях завода. Это позволило увеличить производственные мощности, минимизировать отклонения от технологических норм и улучшить качество продукции. Роботизированный комплекс выполняет задачи на нескольких производственных этапах. Он точно размещает сенсорную область для корректной работы устройств, подготавливает поверхность ЖК-матрицы перед установкой панели. Также робот наносит адгезивный состав и надёжно фиксирует компоненты на финальной стадии.

Благодаря внедрению производительность участка компании NexTouch увеличилась более чем в 2,5 раза, а занимаемая площадь для технологических операций сократилась в 1,5 раза.

Компания «Элтеза» – поставщик систем управления железнодорожной инфраструктурой – с 2023 года использует систему автоматизированного проектирования «Компас-3D». Решение также выбрано через «Банк технологий». Система помогает создавать цифровую модель изделия, и сама формирует конструкторскую документацию.

Все полученные модели и чертежи соответствуют российским стандартам.

В «Банке технологий» находятся разработки, как говорится, на любой вкус, в том числе и любителей сладкого. На кондитерской фабрике «Красный Октябрь» искусственный интеллект из реестра «Банка технологий» помогает создавать новые вкусы. Благодаря этому решению в сладких наборах появились конфеты с ароматом мандарина, имбиря, корицы, мяты, ванили. Таким образом, «Банк технологий» улучшает и репутационную составляющую предприятия.

Известно, что к продуктам стартапов производственники всегда относились с осторожностью, дескать, «молодо, зелено...». А когда разработка стартапа внесена в «Банк технологий» правительства Москвы, то это вызывает больше доверия у заказчиков. Поэтому «Банк технологий» – это эффективная площадка для продвижения продукции поставщиков технологических решений.



Победители городского конкурса «Московские мастера» по инженерным профессиям и профессии «программист»

ПОКАЖИ, НА ЧТО ТЫ СПОСОБЕН

НАЗВАНЫ ЛУЧШИЕ ИНЖЕНЕРЫ, ПРОГРАММИСТЫ И РАДИОМОНТАЖНИКИ

Анна Войницкая
Фото автора

Если покопаться в истории и сравнить возраст проводимых в новой России конкурсов профессионального мастерства, то получается, что «Московские мастера» самые «взрослые» – в этом году им исполнилось 27 лет. Ради справедливости надо сказать, что в прошлом веке тоже проходили подобные мероприятия. В 1923 году газета «Правда» совместно с Наркомпросом, Главполитпросветом и крупными издательствами, выделившими специальные премии победителям, объявила о проведении ежегодного Всероссийского конкурса на лучшего учителя. Однако в переломные 90-е годы забыли не только о конкурсе, но и о педагогах. Учительский конкурс под названием «Мастер года» возродился лишь в 2023 году. Конечно, может, где-то в коллективах страны и раньше выявляли лучшего специалиста... Но как массовое явление городской конкурс профессионального мастерства «Московские мастера» стартовал в столице ещё в 1997 году.

ИНИЦИАТОРЫ ВСЕГДА В ОТВЕТЕ

Сначала в «Московских мастерах» участвовали рабочие – слесари, токари, строители... Затем к ним примкнули водители, воспитатели, медработники, повара, пожарные, полицейские... С каждым годом столичный кон-

курс охватывает всё больше профессий и предприятий, и благодаря этому москвичи показывают всему городу, на что они способны как специалисты, каких высот достигли в своём деле.

Сегодня в конкурсном списке уже 40 профессий. Участие инженеров и про-

граммистов несколько лет назад инициировала Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей (работодателей) – МКПП(р).

Предложение поддержали и другие соорганизаторы конкурса, социальные партнёры – правительство Москвы и Московская федерация профсоюзов. Инженеры и программисты играют очень большую роль в развитии предприятий практически всех отраслей промышленности. Именно от них прямо, а не косвенно зависят разработка и внедрение передовых технологий и материалов. Благодаря инновациям растут объёмы выпуска необходимой и качественной продукции, набирает обороты импортозамещение, улучшаются условия труда и быта людей. Спрос на этих специалистов в Москве, где работает более четырёх тысяч промышленных предприятий, много научно-производственных компаний и НИИ, очень велик. Знания и опыт

инженеров и программистов нужны в робототехнике, промышленной автоматизации, медицине, искусственном интеллекте. Как никогда раньше, сегодня инженерные идеи и информационные технологии требуются в оборонно-промышленном комплексе.

Сказанное можно смело отнести и к монтажникам радиоаппаратуры. Без электронных плат сегодня не работает ни одно устройство, будь то блок управления производственным оборудованием, вооружением или бытовой техникой. С развитием электронной индустрии и интеллектуальных технологий спрос на монтажников радиоаппаратуры растёт начиная с середины прошлого века. Это одна из профессий сегодняшнего дня и ближайшего будущего. А возможно, и «прекрасного далёка»...

Традиционно за организацию финальных этапов конкурса на звание лучших инженеров, программистов и радиомонтажников отвечает МКПП(р). Совместно с представителями Департамента инвестиционной и промышленной политики города Москвы и Московской организацией профсоюза работников авиационной промышленности «ПРОФАВИА» в июне этого года работодатели провели финальные конкурсы на площадках Политехнического колледжа им. П. А. Овчинникова и Национального исследовательского университета «МЭИ».

А ТЕОРИЮ НАДО ПОДТЯНУТЬ...

– Отрасль радиоэлектроники – одна из стратегически важных для экономики нашего города и страны. Поэтому мастерство монтажников радиоаппарату-



ры высоко ценится на предприятиях, – подчеркнула заместитель председателя МКПП(р) Мария Филина (на фото выше), приветствуя в Политехническом колледже им. П. А. Овчинникова участников конкурса, жюри и гостей.

А что показали конкурсанты? Представитель жюри – Александр Девяткин, мастер производственного обучения колледжа, рассказал, что финалисты выполняли монтаж цифрового пульсометра. Этот прибор необходим для спортсменов и людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Речь идёт о здоровье людей, поэтому на предприятиях у монтажников в работе над ним нет права на ошибку, очень важны аккуратность, точность и качество.

Изучив тщательно монтаж и пайку каждого готового пульсометра, члены жюри пришли к выводу, что конкурсанты справились с заданием хорошо. Работали по международным стандартам, хотя некоторые замечания к работе монтажников есть. Александр Иванович посоветовал на будущее монтажникам



Монтажники радиоаппаратуры выполняют практическое задание

«ускоряться», не все уложились в отведённые два часа.

А вот теоретическая часть испытаний, которая состояла из полсотни тестовых вопросов, не сильно обрадовала членов жюри. Финалисты отвечали далеко не на все вопросы и не всегда верно.

– Теоретические знания надо подтянуть, – отметил Девяткин. – Тест был не очень сложный. Видимо, радиомонтажники считают, что знать теорию не обязательно. Это неправильные мысли. Самонадеянность, надежда только на опыт могут подвести в работе с новыми устройствами.

...Пока члены жюри в поисках лидеров взвешивали все за и против, мне удалось побеседовать с конкурсантами. Радиомонтажник Иван Кулиш и его коллега Виталий Дюрягин (АО «НПК «Атроник») что-то живо обсуждали и охотно порадовались в микрофон своим «вроде бы неплохим результатам».

– Я первым завершил монтаж пульсометра. Жюри уже отметило мою очень аккуратную пайку, хотя есть и замечания. Поэтому волнуюсь... Хочется победить с первого раза и принести жене премию, – с улыбкой признался Виталий.

– А я уже семь раз пытаюсь стать победителем. Участвую в «Московских мастерах» ещё с учёбы в техникуме. И лишь один раз лидировал в номинации «За профессионализм», – рассказал Иван.

У каждого соревнующегося своя история успеха и неудач. Но как бы для них ни складывался очередной конкурс, они с каждым годом приобретают драгоценный профессиональный опыт, находят новых друзей среди коллег из других предприятий. За многие годы освещения этого конкурса я ни разу не слышала, чтобы кто-то пожалел, что зря потратил на это соперничество время.

Виталий Дюрягин зря волновался. Он занял третье место. Отлично для первого участия в конкурсе! Второе место – Владислав Торопов (АО «НИИ «Полюс»), третье – Сергей Котилевский (АО «НИИ «Полюс»).

Сергей занимается радиомонтажом 15 лет и считает, что ему очень помогает усидчивость. «Когда радиомонтажник не отвлекается ни на что, он непременно достигает качества и скорости работы», – резюмировал лидер, давая интервью журналистам.

ИНЖЕНЕРЫ: ВАЖНЫ ЛИШЬ КОМПЕТЕНЦИИ

Для конкурса «Московские мастера» не имеют значения возраст и стаж, важны лишь компетенции участника, хотя молодых специалистов в финальных этапах конкурса было гораздо больше. И это радует, значит – молодёжь потянулась к техническому творчеству и станет достойной сменой старшему поколению.

После отборочных туров на предприятиях столицы 55 инженеров и программистов встретились в Национальном исследовательском университете «МЭИ», чтобы побороться за победу. Перед гостями выступил первый проректор НИУ «МЭИ» Владимир Замолдчиков. Он вкратце рассказал о том, чему и как учат в институтах университета по 27 направлениям энергетики, и пожелал всем удачной защиты проектов.

Также ребят приветствовали организаторы конкурса – представители социальных партнёров и члены жюри.

Как и монтажники радиоаппаратуры, инженеры и программисты прошли теоретические и практические испытания. Специалисты IT шесть часов подряд не вставали из-за компьютеров – трудились над разработкой консольного приложения для управления задачами. Инженеры, разделившись на три группы по специальностям «инженер-конструктор», «инженер-технолог» и «инженер-электроник», защищали перед членами жюри каждый свой проект, обязательно с наглядной презентацией.

Проекты были разные. От технологий и разработок, которые уже внедрены,



Александр Романов

до потенциально интересных идей для промышленности. Например, были предложены проекты: оптимизации промышленного производства; высоковольтного модулятора усилителя СВЧ-приборов, предназначенного, в частности, для работы радиолокационных станций; новой трубопроводной арматуры; миниатюрного модуля связи, работающего при экстремальных перепадах температуры; технологии цветных фильтров для телефонных микродисплеев; и многие другие.

До объявления итогов конкурса выбрала для беседы скромного на вид инженера Александра Романова из АО «НИИИИ МНПО «СПЕКТР». Он привлёк своей какой-то глубокой задумчивостью, погружением в себя. Почему?

– Я впервые участвую в финальном конкурсе, поэтому анализирую свои действия, сказанное во время защиты, – грустно ответил Романов. – На предприятии соревновалось тридцать человек. Я вышел в лидеры. Но здесь, боюсь, есть инженеры сильнее меня.

Александр рассказал, что он представлял проект нового дефектоскопа, аналоги которого есть, но они сильно уступают его разработке.

– Мой прибор нужен для совершенно новой цифровой системы по неразрушающему контролю, которую создаёт наш коллектив инженеров. А вот ей уже аналогов нет. Мы – первопроходцы.

Журналистское чутьё меня не подвело – Александр Романов занял первое место среди инженеров-электроников!

Оценивая работы инженеров, член жюри Дмитрий Кудрявцев отметил высокую подготовку большинства работ. Но среди интересных проектов немало и таких, которые в целом перспективны, но имеют, как выразился Дмитрий Александрович, «и задатки, и недочётки». В основном забывают подсчитать как следует эффективность реальной отдачи изобретения. А это один из главных критериев оценки проекта. «Есть ещё над чем работать, чтобы через год отлично выступить и занять призовое место», – резюмировал Кудрявцев.

В результате лучшими среди инженеров-конструкторов стали: Иван Кириянов – первое место (ПАО «НПО «Алмаз»); Кирилл Гаврилов – второе место (АО НПО «Прибор» имени С. С. Голембиовского); Андрей Евтушенко – третье место (ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга).

Среди инженеров-электроников первое место занял Александр Романов, (АО «НИИИИ МНПО «СПЕКТР»); второе – Александр Морозов (ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга); третье – Антон Кулик (ПАО «НПО «Алмаз»).

В группе инженеров-технологов лидировал Александр Зайцев – первое место (ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга). Второе место занял Дмитрий Самылкин (ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга); третье – Ирина Деметрашвили (АО «ОДК»).

Среди программистов победителем стал Кирилл Архипов – первое место (АО «МКМ» МОСИТЛАБ ООО), второе место занял Аюр Чимбеев (ФГАУ НИИИ «Восход»); третье – Георгий Гареев (ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга).

Поздравляем победителей и желаем им и всем участникам конкурса «Московские мастера» новых успехов и новых идей!

РИ

КТО ДАСТ НАМ СВЕТ И ТЕПЛО?

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ ЖДЁТ ИНЖЕНЕРОВ НОВОГО УРОВНЯ

Елена Чеховская
Фото автора



Инженерные решения и разработки нужны практически в любой отрасли – они повышают эксплуатационные и экономические возможности предприятий. Но особенно ценятся специалисты инженерных профессий в стратегических, критически важных отраслях – таких, как, например, энергетическая. Но как подготовить специалистов, отвечающих современным требованиям, готовых к любым вызовам – от реконструкции предприятия до обновления оборудования и импортозамещения? Своё мнение по этим и другим вопросам высказали участники встречи в Медиагруппе «Комсомольская правда». Тема разговора звучала актуально: «Какого инженера ждёт энергетическая отрасль в 2024 году?»

Россия – энергетическая сверхдержава, лидер по топливной энергетике (нефть и газ) и количеству лучших в мире атомных станций. Мы занимаем второе место в мире по запасам гидроэнергетических ресурсов, из которых сейчас используется только 22%. Поэтому для освоения этого долгосрочного источника чистой возобновляемой энергии в будущем понадобятся инженеры нового уровня.

Энергетическая отрасль России – это не только инфраструктура, которая строилась с начала XX века, в том числе и поколением наших отцов и дедов. Это ещё и уникальный опыт, компетенции, которые необходимо сохранять, приумножать

и передавать нашим детям и внукам. Но чтобы «подхватить знамя у ветеранов отрасли», как сказал ведущий дискуссии журналист Алексей Иванов, надо понять, кто и как должен готовить кадры.

Головной вуз по их подготовке – Научно-исследовательский университет «Московский энергетический институт» (НИУ «МЭИ»). Его ректор Николай Роголёв отметил, что дефицит кадров существует в энергетической отрасли, как и везде. Поэтому вуз, безусловно, нацелен на решение этой проблемы.

Николай Дмитриевич сообщил, что подготовка высококлассного специалиста в университете складывается из двух ключевых факторов – качества

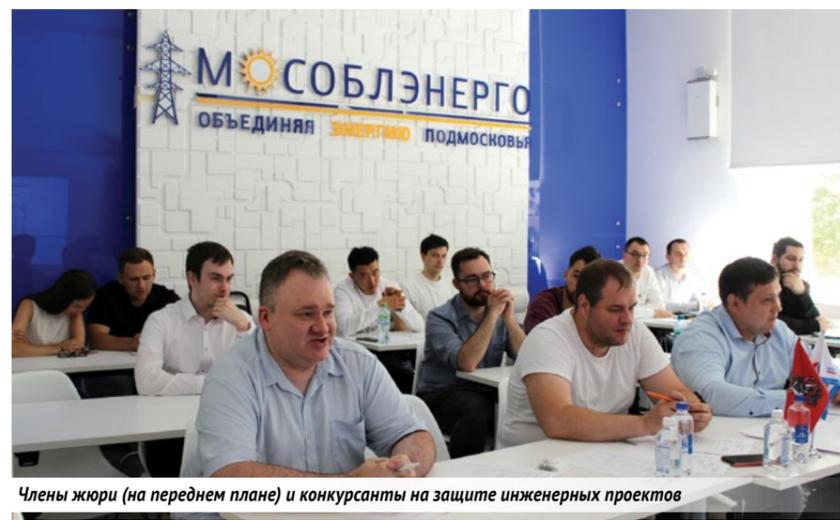
самого обучения и взаимодействия с работодателем.

Причём первый из них – это не образовательный процесс, а взаимодействие с работодателем.

– От того, как выстроен диалог вуза и работодателя, напрямую зависит, каким образом будет сформирован набор студентов, специалисты каких профессий и компетенций будут отправлены в отрасль, – подчеркнул ректор. – Наше взаимодействие с работодателями достаточно активное – более 700 организаций являются нашими партнёрами. Мы практикуем так называемые учебно-методические объединения, куда входят и работодатели. Это даёт нам возможность получать обратную связь, а работодателю – влиять на учебный процесс и образовательные программы. В результате показатель трудоустройства выпускников МЭИ – 99,8%.

Энергетика относится к очень наукоемким отраслям. По словам ректора, МЭИ даёт студентам фундаментальное разностороннее техническое образование, оно позволяет выпускникам работать не только в энергетике, но и в других сферах производства. Студенты осваивают всё: от простых знаний об энергетике и до связанных с ней направлений – цифровизации, искусственного интеллекта, кибербезопасности, новых материалов, IT и нанотехнологий.

– Всё современное, передовое у нас присутствует, – заверил Роголёв. – Я уже не говорю про развитие такого традиционного направления, как энергетическое машиностроение. Чисто энергетические специальности у нас осваивает примерно 42% студентов, мы самый головной вуз, готовящий таких специалистов. Второй сектор – это IT и радиоэлектроника (35%), третий – экономика и менеджмент (15%) и четвёртый – гуманитарные



Члены жюри (на переднем плане) и конкурсанты на защите инженерных проектов

науки (8%). Всего обучаем в год 22 тыс. студентов и аспирантов, принимаем на первый курс примерно четыре тысячи.

Николай Роголёв подчеркнул, что особое место вуз отводит практико-ориентированному подходу в подготовке студентов. Этот подход позволяют реализовать натурные учебные объекты, созданные силами университета и его промышленных партнёров. Среди таких объектов: учебно-экспериментальная ТЭЦ, полигон возобновляемой энергетики, киберполигон, различные лаборатории, в том числе и виртуальной реальности, где отрабатываются практические навыки. Также есть свой уникальный стенд по атомной энергетике, их всего три в России – в МЭИ, МИФИ и Севастополе. Более двух миллиардов рублей вуз зарабатывает на рынке НИОКР.



Николай Роголёв

Роголёв упомянул и элементы университетской инфраструктуры. За последние 11 лет они пережили, как сказал ректор, «коренную инновацию».

– У нас создана такая экологически интересная и комфортная среда для учёбы и проживания студентов и аспирантов, что вчера в вузовский кампус набегали даже белки из Лефортовского парка, – в качестве разрядки отметил ректор. – Про высокую востребованность выпускников МЭИ говорят многие рейтинги, но, честно скажу, я к рейтингам отношусь с лёгкой иронией. Мне больше нравятся такие абсолютные показатели, как, например, процент трудоустройства. Я о нём уже говорил. МЭИ работает со всеми регионами, у нас обучаются ребята и девушки из разных областей, но Москва и Подмосковье располагают собой развитой и мощной энергосистемой. Это почти шестая часть энергетики всей

Российской Федерации, и её объектам постоянно требуются наши выпускники.

Перечисляя заслуги и достижения вуза, Роголёв отметил, что МЭИ участвует во Всероссийском конкурсе учебников. Многие из российских учебников для студентов написаны именно преподавателями, учёными МЭИ. Они выложены на электронной полке для бесплатного тиражирования в других университетах.

А ещё в университете есть различные программы, в том числе и в рамках программы Минобрнауки «Приоритет 2030». Например, программа «ЭТАЛОН» (Э – эффективность, Т – талант, А – активность, Л – лидерство, О – образование, Н – наука) направлена на подготовку кадрового резерва для высшей школы, научных центров, энергетических компаний, для инновационной экономики в условиях новой промышленной революции. В «ЭТАЛОН» вуз отбирает студентов, успешно завершивших первый семестр. В финале интенсивного четырёхлетнего обучения, при переходе в магистратуру, даётся студенту возможность выбрать проект и участвовать в другой престижной программе – «Технологии будущего». В «ЭТАЛОНе» участвует около 500 студентов, а в «Технологии будущего» – около 120, преимущественно магистры и аспиранты. Студенты получают повышенные стипендии, а их руководители – надбавки к зарплате. Все работают над передовыми задачами. Например, исследуют проблемы замкнутого ядерного топливного цикла. Таким образом готовится кадровый задел, для того чтобы эти будущие энергетики получили вторую специальность «инженер-конструктор» и в дальнейшем реализовали себя в сети конструкторских бюро или ушли в аспирантуру.



Денис Малков

Одним из ключевых партнёров МЭИ в работе по подготовке кадров является Группа «РусГидро», которая постоянно расширяет своё энергетическое хозяйство. В настоящий момент РусГидро проектирует две крупные ГЭС в Амурской области: Нижне-Зейскую (400 МВт) и Селемджинскую ГЭС (100 МВт). Ключевой задачей этих сооружений, кроме выработки электроэнергии, станет борьба с наводнениями в бассейне Амура путём задержки паводкового стока в водохранилищах.

Директор департамента инноваций «РусГидро» Денис Малков в своём выступлении отметил, что в стенах МЭИ получили образование порядка 46 руководителей РусГидро, в том числе 18 менеджеров исполнительного аппарата. – Совместно с МЭИ мы реализуем семь НИОКР, все они высокотехнологичные, – сказал Малков. – Всего же РусГидро взаимодействует с 22 вузами как в сфере подготовки кадров, так и в области повышения квалификации сотрудников.

Директор департамента подробно рассказал о внутрикорпоративных возможностях для карьерного роста. В РусГидро создано «Сообщество молодых работников», через которое с 2018

года прошло уже более 400 инженеров в возрасте до 35 лет. Ими реализовано более 35 инновационных проектов по четырём направлениям. Также работает кадровый резерв молодых специалистов до 30 лет «Внутренний источник энергии». За три года – более ста выпускников, обладающих способностью к профессиональной и (или) управленческой деятельности.

Оценив положительный опыт РусГидро, заместитель генерального директора ПАО «Россети Московский регион» Геннадий Сиденко добавил, что энергетика должна привлекать молодых людей как возможностями карьерного роста, так и обязательно достойной заработной платой, социальными льготами, иными бонусами. Только так можно привлечь и удержать начинающих и уже опытных амбициозных молодых инженеров.

Сиденко сообщил, что в ПАО «Россети Московский регион» в последние годы повысился средний возраст персонала. Это тревожная тенденция, конечно, однако доля молодых специалистов всё же остаётся значительной – порядка 30%.



Мария Богаткина

Начальник корпоративного университета АО «Объединённая энергетическая компания» (АО «ОЭК») Мария Богаткина отметила, что развитие промышленности и городской среды требует постоянного увеличения мощности энергетических предприятий. Соответственно, растёт и потребность в кадрах, проблема острая уже сейчас. Поэтому в АО «ОЭК» основным инструментом привлечения новых кадров является дуальное обучение: «Сама идея не новая, многие компании проводят целевое обучение. Но мы решили полностью сопровождать своего целевого студента. Изначально с первого курса погружаем его в традиции и миссию компании, в те



Павел Козлов

направления, которые будут ему необходимы для выполнения будущей трудовой функции. Тем самым сокращаем время его подготовки и допуск в производство как специалиста».

Директор по персоналу и организационному развитию АО «НПО «Критические информационные системы»» (НПО «КИС», Росатом) Павел Козлов уверен, что сегодня на рынке нет количества инженеров, необходимого для того, чтобы закрыть потребности отрасли и обеспечить технологическую независимость страны.

Разрыв между обучением и потребностями предприятий существует давно. Поэтому в Росатоме прогнозируют кадровую потребность на годы вперёд. Поэтому надо не просто сотрудничать с вузами в плане практики и различных мероприятий, а ещё и планировать потребность в кадрах не на год-два, а на отдалённую перспективу.

– Одна из очень важных инициатив нашей компании – стратегическое планирование численности и источников её восполнения. При этом от трети до половины прогноза потребности должны составлять молодые специалисты и выпускники, – считает Павел Козлов.

Под конец встречи спикеры заговорили не только о качестве знаний и практики будущих инженеров, но и о непрерывности образования в современном мире.

Заместитель директора по научной работе, кадрам и молодёжной политике АО «Российские космические системы» (Роскосмос) Николай Рябогин подчеркнул: «Студент сегодня должен понимать, что с окончанием вуза обучение не заканчивается».

– Мир развивается настолько быстро, что получаемая специальность может устареть ещё на этапе получения диплома и трудоустройства. Соответственно,

выпускник не должен бояться того, что он чего-то не знает, он должен быть готовым к постоянному обучению и повышению квалификации. А ещё выпускник должен быть самостоятельным, открытым к коммуникации и гибко взаимодействовать с командой, уметь задавать правильные вопросы и самостоятельно искать на них ответы. Тогда он реализуется как инженер-исследователь, как тот, кто формирует новые точки зрения, течения и идеи. Смена поколений в таком случае будет проходить гладко и безболезненно, – надеется Николай Рябогин.



Николай Рябогин

В свою очередь работодателям также нужно перестраиваться под новые реалии, считает менеджер по работе с ключевыми клиентами, советник директора по развитию интернет-сервиса «Авито Работа» Надежда Сацкив.

– Незанятых соискателей сегодня становится всё меньше. В результате увеличивается дефицит высококвалифицированных инженеров. Мы видим, что сейчас наблюдается тренд на расширение границ найма в сферу инженерии, – рассказала Надежда Сацкив. – В 3,7 раза выросло число вакансий для инженеров без опыта, в 2,3 раза – число вакансий с упоминанием стажировок, а заработная плата на позиции «инженер» в среднем выросла на 24%.

Эксперт отметила, что сегодня работодатели охотнее вовлекают в обучение и подготовку кадров. И сами сотрудники отмечают, что явным бонусом для трудоустройства является возможность обучения.

– Мы проводили исследование о целевом обучении, и оказалось, что 26% респондентов знают о такой возможности, 81% считают, что такой формат повышает эффективность подготовки специалистов. Для инженерных вакансий важно

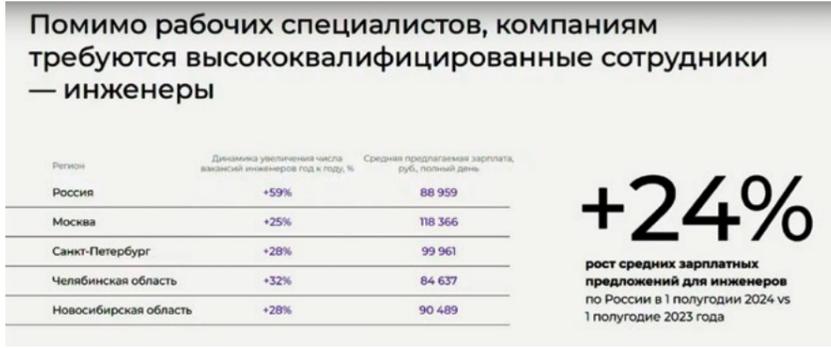


Надежда Сацкив

наличие диплома об образовании, опыта может и не быть, но диплом обязательно. С возможностью затем доучиться, – сказала Надежда Сацкив.

В завершение мероприятия начальник учебного управления НИУ «МЭИ» Роман Поляк рассказал о том, как проходит приёмная кампания 2024 года в ведущем энергетическом вузе страны.

– МЭИ традиционно входит в топ-3 по количеству поданных на обучение заявлений. Мы запустили программу, гарантирующую бюджетное обучение по



одной из 30 самых востребованных программ абитуриентам с суммой конкурсных баллов 220. Также предоставляем места в общежитии всем иногородним поступающим, – заверил Роман Поляк.

Встреча в Медиагруппе «КП», безусловно, полезна, она даёт представление о ситуации с кадрами в энергетической отрасли. Опыт одних компаний, наверное, поможет другим в организации работы с персоналом. Да и НИУ «МЭИ», несмотря на свою успешность, наверное, возьмёт на заметку какие-то мнения выступающих...



Роман Поляк

ЭНЕРГЕТИКА БОЛЬШИХ МОЩНОСТЕЙ

Инжиниринговый центр «Энергетика больших мощностей» на базе Научного исследовательского университета «МЭИ» реализовал более 90 проектов объёмом 1,05 млрд рублей. Центр успешно работает с 2021 года.

– Главной целью нашего центра является повышение конкурентоспособности российского энергетического машиностроения и обеспечение высоких технико-экономических показателей отечественной электроэнергетики. Создание и функционирование инжинирингового центра стало возможным благодаря грантовой поддержке Министерства науки и высшего образования в 2021–2023 годах. За счёт гранта были оснащены и отремонтированы офисные, учебные, лабораторные, производственные площадки, – поделился ректор НИУ «МЭИ» Николай Роголёв.

За трёхлетний период работы инжинирингового центра реализовал для предприятий реального сектора экономики проекты по конструкторско-технологической проработке ответственных узлов энергетического и электротехнического оборудования.

Среди уникальных проектов особенную роль сыграла разработка конструктивного облика энергетического оборудования для энергоустановки с нулевыми выбросами диоксида углерода на базе цикла Аллама (заказчик – АО «Силовые машины»). По заказу АО «Электроаппарат» инжиниринговый центр разработал и создал прототип полупроводникового устройства регулирования напряжения, позволяющий обеспечивать необходимый уровень напряжений у потребителей, располагающихся на удалённых участках.

Одним из направлений деятельности инжинирингового центра является подготовка кадров для предприятий реального сектора. В рамках программ дополнительного образования, связанных с изучением принципов работы традиционных и перспективных энергетических установок, обучением прямому и обратному проектированию нового

энергетического оборудования с применением современных программных пакетов, прошло обучение более 1200 работников промышленных предприятий и энергетических компаний.

Успешно отработанным механизмом подготовки кадров для предприятий является создание студенческих конструкторских бюро (СКБ), которые позволяют сформировать кадровый резерв компании из числа способных студентов ещё на этапе обучения в университете. Силами инжинирингового центра обеспечено создание свыше десятка студенческих конструкторских бюро.

Наиболее значимые проекты были реализованы совместно с Силовыми машинами и Дорогобужкотломашем. Разработанная в НИУ «МЭИ» комплексная методика по созданию и развитию студенческих конструкторских бюро, включающая в себя набор педагогических, организационных, коммуникационных и юридических решений, может быть адаптирована под любое производственное или инжиниринговое предприятие России.

РИ

НОВЫЙ СМЫСЛ КАМПУСОВ

КАК ВЫПОЛНЯЕТСЯ НАЦПРОЕКТ «НАУКА И УНИВЕРСИТЕТЫ»

Людмила Рожкова

Фото автора и пресс-службы университетов

Понятие «кампус» вроде бы аналогично понятию «студенческий городок». То есть это территория, где находятся не только корпуса учебного учреждения с аудиториями, лабораториями, библиотекой, спортзалом, но и отдельные здания общежитий. Так почему же сегодня при университетах мы строим не студенческие городки, а кампусы? Дать зарубежной лингвистической «моде» или кампусы – это нечто иное, имеющее новый смысл? На этот вопрос ответили участники видеомоста Москва – Томск – Тюмень – Новосибирск «Университетские кампусы как новые образовательные пространства».

Впервые слово «кампус» было использовано в 1774 году для описания большого поля, прилегающего к Нассау-холлу Колледжа Нью-Джерси (ныне Принстонский университет). В истории происхождения кампусов упоминается также каталанский язык (Франция, Испания и др. страны), в котором словосочетание «кампус» означает «новый стадион» или «новая земля». Оно точнее объясняет понятие «кампус» применительно к образованию. То есть кампус – действительно новое комфортное пространство для проживания и обучения, и оно как минимум на голову выше, чем студенческие городки.

В мире больше всего кампусов в США, Великобритании, Канаде, Северной Ирландии, Австралии и Новой Зеландии. Отдельные вузы с кампусами также можно встретить в Финляндии, Франции, Германии, Китае, Южной Корее и других странах. В России также есть несколько немного устаревших кампусов, но сейчас она устремилась к созданию новых как к современному формату организации учебного процесса, жизни и досуга студентов.

Образование в студенческом кампусе отличается от учёбы в вузе, куда студенты приходят только на лекции и семинары. В кампусе студенты обучаются и живут, имеют гораздо больше возможностей для образования и общего развития, располагая научными центрами и лабораториями, спортивными и рекреационными площадками, творческими студиями и многим другим. Кампусный



Андрей Омельчук

университет – это «маленькое государство», идеальное место для общения, новых знакомств и активной социальной жизни. Однако и в таком формате высшей школы есть свои недостатки.

Кампусам нужна большая территория, и часто они строятся вдали от города. В результате жизнь студентов несколько лет зачастую проходит только в кампусе. Это приводит к тому, что студент может оказаться недостаточно подготовленным к нормальной взрослой жизни вне кампуса. Хотя в свободное время никто студента не держит, да и проживание в кампусе не является обязательным. Однако дорога до «цивилизации» бывает очень неблизкой...

Как бы там ни было, но кампусы признаны эффективным форматом подготовки кадров, особенно инженерного профиля. Ведь их передовое техническое оснащение способствует лучшему усвоению теоретических знаний и их практическому применению.

Заместитель министра науки и высшего образования Российской Федерации Андрей Омельчук, открывая «кам-

пусный видеомост» в Международном мультимедийном пресс-центре «Россия сегодня», сообщил, что в России по поручению президента РФ Владимира Путина запущена большая программа по обновлению вузовской инфраструктуры. Согласно национальному проекту «Наука и университеты», до 2030 года будет построено и введено в строй 25 кампусов, а к 2036 году их число вырастет до 40. Важно, что новые кампусы международного уровня создаются не на замену старым, а в дополнение к тем, что уже есть.

По итогам отбора были запущены в реализацию восемь проектов: в Нижнем Новгороде, Уфе, Екатеринбурге, Калининграде, Челябинске, Москве, Новосибирске и Томске. Победителями второго отбора проектов стали ещё девять: в Самаре, на федеральной территории «Сириус», в Перми, Южно-Сахалинске, Иванове, Архангельске, Тюмени, Хабаровске, Великом Новгороде. Третий отбор планируют провести до конца 2024 года.

– Кампусы – это колоссальный драйвер для университетов, – подчеркнул Андрей Омельчук. – Новая современная инфраструктура должна дать толчок и новому содержанию в кампусах. Мы создаём для студентов и молодых учёных комфортные условия для проживания, занятий наукой и творчеством. Объекты в кампусах абсолютно разноплановые, везде есть места для проживания, конгрессно-выставочные пространства, спортивные комплексы, социальная инфраструктура. Для понимания масштаба: 17 кампусов, которые сегодня уже создаются, – это более 2,3 млн кв. м и более 500 млрд рублей общих затрат на их создание. Естественно, это также колоссальный толчок и для социально-экономического развития регионов.

Видеомост между регионами неслучайно охватил Урал и Сибирь. Именно там сегодня наблюдается заинтересованность в экономическом

и технологическом развитии, что невозможно реализовать без высококвалифицированных кадров.

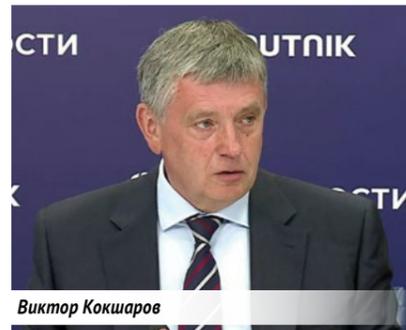
Ректор Тюменского государственного университета (ТюмГУ) Иван Романчук отметил, что ранее на одной территории студенты из разных университетов не находились. А теперь благодаря «слиянию» нескольких вузов образуются междисциплинарные связи. Это повышает уровень подготовки высококвалифицированных кадров для нового технологического уклада. Также ректор акцентировал внимание участников видеомоста на «теме дня» – партнёрстве вузов и предприятий: «Кампусы должны стать местом зарождения новых видов деятельности, которых раньше в университете не было. Нужно не просто пересадить существующие лаборатории и студентов на новое место, а организовать университет другого поколения, когда одновременно есть студенты, образовательная программа и рядом с ними индустриальный партнёр со своими лабораториями и испытательными центрами. Таким образом, происходит бесшовное перемещение инноваций между преподавателями, студентами, исследователями к индустриальным партнёрам».

В этом году тюменский университет ведёт переговоры о сотрудничестве с компанией «СИБУР». Планируется в межуниверситетском кампусе создать научную площадку «ПолиЛаб». По словам Романчука, «ребята будут проводить исследования, а результаты сразу же внедрять в практику».

– Ещё мы хотим сделать так, чтобы студенты разных вузов могли перемещаться за счёт индивидуальной образовательной траектории между различными программами, преподавателями и тем

самым развивать свои компетенции, – добавил ректор.

Как будет выглядеть это перемещение в образовательном пространстве кампуса, пока не очень ясно, да и самого университетского кампуса ТюмГУ пока нет. Ведётся подготовка местности для его строительства и разработка проектно-сметной документации. В рамках реализации этого проекта к 2028 году планируется построить 10 крупных объектов научно-образовательного комплекса с инновационной образовательной средой, которые будут созданы в рамках нацпроекта «Наука и университеты».



Виктор Кокшаров

Кампус Уральского федерального университета (УрФУ) в Новоколыцковском районе Екатеринбурга также возводится в рамках этого же нацпроекта. Ректор УрФУ Виктор Кокшаров подчеркнул одно из достоинств кампусов – современное жильё для студентов.

– Впервые за 104 года существования нашего университета у нас наконец-то нет дефицита мест в общежитиях, – сообщил Кокшаров. – Уже построен жилой кампус для проживания 8,5 тыс. человек. Это комнаты-студии в 29 кв. м с мини-кухней, со всеми бытовыми удобствами. Также есть общественный центр, где открыты пункты выдачи маркетплейсов, кофейня, продуктовые магазины.

Работают и спортивные сооружения. А рядом строятся современные учебные корпуса площадью 121 тыс. кв. м.

По словам ректора, уже сейчас ТюмГУ – это настоящая фабрика технологий: ежегодно на 60% растёт доход от его инжиниринговых услуг.

При этом уральцы смотрят далеко вперёд.

– Наша мечта – создать в кампусе инновационно-внедренческий центр высоких технологий, – поделился планами Кокшаров. – Способствовать этому будет и расположенный рядом региональный технопарк. Это позволит нам соединить университетское образование и науку с интересами индустриальных партнёров для скорейшего внедрения в производство новых технологий. Будет способствовать решению стоящих перед страной задач технологического суверенитета и достижению лидерства.

Ректор Томского государственного архитектурно-строительного университета (ТГАСУ) Виктор Власов представил инициативный вузов стратегический проект «Город-университет», который реализуется в рамках федеральной программы «Приоритет 2030».

Напомним, что в 2019 году томские университеты вошли в консорциум «Большой университет», теперь цель проекта «Город-университет» – «связать общей логикой развитие существующих кампусов всех шести университетов города Томска через механизмы разработки общих стратегических документов (нормативных актов)». Будет создан единый межуниверситетский кампус, куда также войдут академические институты и промышленные партнёры.

– Таким образом будут созданы общие с региональной и городской властью органы развития территории, – считает Виктор Власов. – На втором этапе мы планируем масштабировать результаты проекта на российский уровень. В первую очередь это трансфер знаний и технологий в университетскую и городскую среду через инструмент живых лабораторий. Мы запустили такие лаборатории в кампусах томских университетов. Третий эффект – это комплекс отработанных рекомендаций в виде стандартов по конструированию функциональных пространств в университетских кампусах.



Интересным опытом поделился ректор Новосибирского государственного университета (НГУ) Михаил Федорук. Оказывается, идущее сегодня строительство университетского кампуса почти на 40% финансируется за счёт пожертвований выпускников вуза.

– Наш университет образовался на территории Новосибирского Академгородка, и в распоряжении студентов вуза были только два корпуса. А новый кампус позволит университету расширяться количественно и качественно, сделает его центром формирования образовательной, инновационной и научной среды на территории Новосибирского региона, – отметил Федорук.

Заслуживает внимания и подход к строительству кампуса в городе Альметьевске (Татарстан). Когда в 2019 году принималось решение о строительстве кампуса Альметьевского государственного технологического университета «Высшая школа нефти», в первую очередь проанализировали, удачно ли встроится кампус в городскую среду.

– Были рассмотрены три маршрута, – рассказал ректор Альметьевского ГТУ Александр Дьяконов. – Сначала мы построили образовательный маршрут – от детского сада, школы и до университета. Потом культурный и общественный маршруты. И везде одно из центральных мест занимал университетский кампус. Это был правильный ход, поскольку кампус в Альметьевске действительно стал точкой развития и притяжения студентов и учёных, а также культурным центром города.

Через две недели после видеомоста, 19 июня, в Правительстве РФ состоялось совещание, рассмотревшее ход реализации федерального проекта «Создание сети современных кампусов». Заместитель председателя правитель-

ства Дмитрий Чернышенко отметил: «Программа создания кампуса должна быть синхронизирована со стратегией социально-экономического развития субъекта и его региональной программой научно-технологического развития. Это позволит добиться максимального результата и сформировать новый инструмент развития экономики регионов. Мы тщательно следим за ходом строительства кампусов. Сегодня одним из самых образцовых проектов является кампус «СахалинТех». Это говорит о профессиональной работе команды проекта и, конечно, о внимании к проекту губернатора Сахалинской области».

Вице-премьер добавил, что при реализации проектов важно опираться на поддержку технологических партнёров и инвесторов. В свою очередь глава Минобрнауки Валерий Фальков подчеркнул значение уникальных пространств кампусов для исследований и инноваций, в которых заинтересован реальный сектор экономики.

Так, в трёх кампусах – в Москве, Уфе и Екатеринбурге – совместно с ведущими российскими компаниями создано уже 35 лабораторий, которые охватывают широчайший спектр тем – от машиностроения до медицинской генетики. «Их работа позволит выйти на каче-



Александр Дьяконов

ственно новые результаты в передовых сферах», – уверен Фальков.

Участники совещания также рассказали, что межуниверситетский кампус Евразийского НОЦ, который включает три объекта: IQ-парк, геномный центр и главное здание, ожидается запустить в декабре 2025 года. Кампус Сахалинского государственного университета планируется открыть в ноябре 2026 года. Параллельно с его строительством возводится здание технопарка. В нём будет расположен лабораторный комплекс передовой инженерной школы «Инженерия островов». Научно-образовательный кампус «Большая Ивановская мануфактура» будет введён в эксплуатацию в июне 2027 года.

Говорили и о столичных делах. Строительство кампуса МГТУ им. Н. Э. Баумана планируется завершить в этом году. Из 14 объектов восемь уже введены в эксплуатацию, в том числе центр биомедицинских систем и технологий, инжиниринговый центр наземных транспортно-технологических систем, многофункциональный научно-образовательный корпус и другие.

Подводя итоги совещания, Дмитрий Чернышенко дал ряд поручений, касающихся разработки проектной и актуализации рабочей документации, проведения экспертиз, контроля сроков. **РИА**



Проект кампуса в Томске

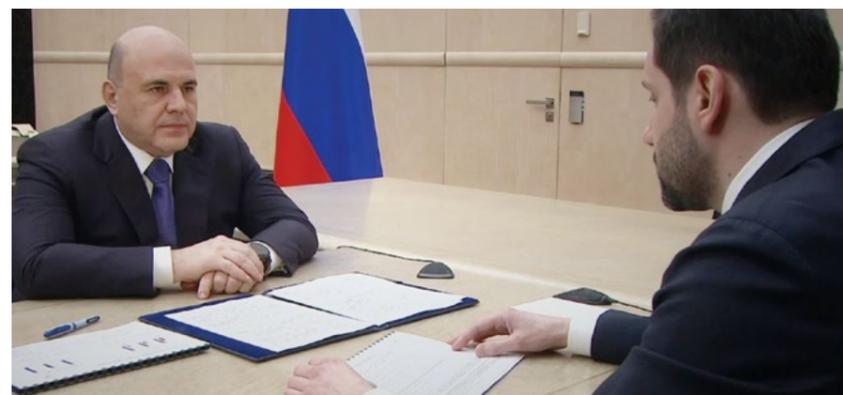


Межуниверситетский кампус в Уфе «Атомная энергия 2.0»

В ФОКУСЕ – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

ВАЖНО, ЧТОБЫ АВТОР ИЗОБРЕТЕНИЯ ПОЛУЧАЛ ОТ НЕГО ВЫГОДУ

Ярослав Бабушкин
фото пресс-службы Правительства РФ



22 августа состоялась встреча руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) Юрия Зубова с председателем правительства РФ Михаилом Мишустиним. Речь шла о важности высокотехнологичных разработок изобретателей для достижения научного и экономического суверенитета нашей страны. Рассматривалось много вопросов, касающихся интеллектуальной собственности и борьбы с контрафактной продукцией, справедливого вознаграждения изобретателей. Также Юрий Зубов рассказал о внедрении новых цифровых сервисов Роспатента, которые облегчат предпринимателям задачу защиты своих интеллектуальных прав.

Изобретатели теперь могут получить услуги быстро и удобно, в том числе на портале «Госуслуги». Административные барьеры минимизированы, взаимодействие оцифровано. Оформить права на интеллектуальную собственность предприниматели смогут и на платформе Корпорации МСП – договорённость о выводе сервисов была достигнута в ходе Петербургского международного экономического форума – 2024. Благодаря сотрудничеству с Минобрнауки России путь разработки от стадии НИОКР до внедрения станет более сквозным и цифровым – на домене министерства «Наука и инновации» будут размещены сервисы Роспатента. Это упростит работу учёных по охране и распоряжению правами. Уже запущен ожидаемый бизнесом цифровой продукт – сервис поиска по товарным знакам. Предприниматель может быстро и бесплатно провести предварительную проверку по базе.

Предпринятые меры, по словам Зубова, уже сейчас позволяют российской промышленности и инновационному блоку двигаться вперёд, хотя есть ещё много задач, которые надо решать. Это – развитие вторичного рынка интеллектуальных прав для дальнейшего масштабирования кредитования под залог ИС. Нужно продолжать развивать механизмы для коммерциализации разработок, усиливать работу с регионами, в том числе в рамках трёхсторонних соглашений, так как этот инструмент доказал свою эффективность.

Говоря о результатах работы своего ведомства, Юрий Зубов заверил главу правительства, что «несмотря на уход зарубежных и западных компаний, свободные ниши уже заполняются российскими предпринимателями».

– В прошлом году мы зафиксировали рекордный рост количества заявок от российских компаний, плюс 37%

в сравнении с предыдущим годом. Существенный вклад в эту работу внесли также самозанятые граждане Российской Федерации, которым с прошлого года предоставлены возможности зарегистрировать товарные знаки на себя как личный бренд. 11 тысяч заявок было подано, – сообщил глава Роспатента и добавил, что ситуация заметно изменилась, особенно в сфере высоких технологий.

По словам Зубова, в прошлом году зафиксирован рост количества российских заявок на высокотехнологичные разработки примерно на 9%. Много инженерных решений в таких сферах, как фармацевтика, биотехнологии, где активно работают научные центры. Также отмечены успехи в IT-сфере, что играет огромную роль в обеспечении технологического суверенитета страны в условиях санкций со стороны Запада.

Михаил Мишустин в беседе с руководителем Роспатента подчеркнул, что сегодня интеллектуальная собственность является главным экономическим активом, за который борются все страны мира.

– Тот, кто сможет активнее развивать все институты поддержки индивидуальной собственности, тот будет достигать больших результатов в экономическом развитии и росте. Технологический, промышленный, экономический, научный суверенитет страны базируется на правах на интеллектуальные патенты, на средства интеллектуального труда. И здесь, конечно, очень важна роль Роспатента, – подчеркнул премьер-министр.

Особое внимание председатель правительства уделил вопросам прав на интеллектуальную собственность, которые необходимо держать на постоянном контроле.

– Важно, чтобы выгоду от изобретения получал его автор, – отметил Мишустин. – Очень важно, чтобы Роспатент во взаимодействии с институтами

развития помогал тем предпринимателям и новаторам, которые занимаются интеллектуальным трудом. Необходимо чётко понимать всю систему регистрации прав на интеллектуальную собственность и, естественно, упростить саму эту процедуру. И, как я уже сказал, что ещё более важно – это справедливость, когда выгоду от изобретения должен получить его владелец.

Михаил Мишустин добавил, что «элементы справедливости, конечно, должны быть очень чётко реализованы в тех технологических и прочих инструментах, которые сегодня готовит служба».

– Хочется, чтобы те люди, кто придумал совершенно замечательные изобретения, идеи, продукты интеллектуального труда, получили заслуженные доходы, они должны перечисляться в их пользу, – подчеркнул глава правительства.

Встреча главы правительства и руководителя Роспатента сегодня активно обсуждается в инженерной среде. Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР) также пытается решить ряд проблем с регистрацией прав на интеллектуальную собственность, внедрением разработок, получением их авторами вознаграждения. ВОИР активно взаимодействует с федеральным правительством, министерствами, Госдумой и Советом Федерации. Проведены сотни совещаний, круглых столов, стратегических сессий, направленных на выработку решений, которые смогли бы перезапустить меры

поддержки изобретателей, создать им условия для формирования технологического и интеллектуального задела. Специалисты и эксперты ВОИР разработали более десятка проектов федеральных законов и нормативных актов. Все идеи и предложения изобретателей объединены в масштабный стратегический проект «Изобретательская инициатива». Некоторые из них уже включены в нормативные акты. Например, инициатива ВОИР об отмене взносов в социальный фонд из вознаграждения изобретателям включена в качестве пункта в план нормативной деятельности, предусмотренной Концепцией технологического развития России, принятой Правительством РФ в мае 2023 года.

Генеральный директор ВОИР Антон Ищенко пояснил: «Проект «Изобретательская инициатива» – это выверенный годами документ, который формировали сами изобретатели, руководители инновационных организаций, законодатели. Направлен он на создание благоприятных условий и обеспечение принципа справедливости для наших авторов – уникальных отечественных изобретателей, чьими достижениями и разработками гордится наша страна. Мы благодарим наших сподвижников и в первую очередь лидера федерального проекта «Выбирай своё» заместителя руководителя фракции «Единая Россия» в Государственной Думе Сергея Морозова, которые оказали неоценимую поддержку в проработке документа».

А ещё несколько лет ВОИР добивается установления минимального размера вознаграждения изобретателям, ниже которого работодатели не имели бы права устанавливать выплаты, а также настройки законодательства о некоммерческих организациях (НКО), с формированием их нового класса – научно-технологических некоммерческих организаций.

Комментируя встречу в правительстве, Антон Ищенко также акцентировал внимание на том, что министерства не всегда достаточно вдумчиво и глубоко вникают в проблемы изобретательства. В беседе с руководителем Роспатента Юрием Зубовым глава правительства Михаил Мишустин обратил на это внимание. Ведь чиновники порой просто отмахиваются от жалоб и предложений изобретателей. В качестве примера можно привести поверхностный ответ – справку департамента развития технологического предпринимательства и трансфера технологий Министерства науки и высшего образования РФ. В этой бумаге департамент решил списать все проблемы изобретательства на отсутствие финансирования, не пожелав даже в формате диалога их обсудить.

Изобретателям остаётся надеяться, что после встречи Михаила Мишустина с руководителем Роспатента, после итоговых поручений премьер-министра, многие вопросы можно будет закрыть или хотя бы сдвинуть с мёртвой точки их решение. **РИ**

ВОИС ПРОДОЛЖАЕТ ПРИЁМ ЗАЯВОК

Роспатент сообщает: Всемирная организация интеллектуальной собственности (ВОИС), учреждение ООН, подтвердила, что продолжает приём заявок на регистрацию брендов и патентов от российских граждан и компаний, несмотря на санкции Евросоюза.

ВОИС, через свое международное бюро, принимает заявки на регистрацию объектов интеллектуальной собственности независимо от гражданства или места жительства заявителей. Заявки принимаются через следующие системы: Мадридская система (регистрация товарных знаков и знаков обслуживания); Гаагская система (промышленные образцы); Лиссабонская система (географические указания и наименования мест происхождения товаров); Система договоров о патентной кооперации (РСТ) для изобретений; ВОИС под-

черкивает, что она соблюдает положения своих конвенций и договоров и остаётся доступной для всех государств-членов и пользователей.

Напоминаем, что Евросоюз в рамках 14-го санкционного пакета обязал патентные ведомства стран ЕС прекратить приём новых заявок на регистрацию объектов интеллектуальной собственности от российских физических и юридических лиц. Однако ВОИС продолжает принимать все поступающие к ней заявки, что позволяет российским заявителям регистрировать свои права на международном уровне.

Стоит отметить, что подавать заявки на регистрацию объектов интеллектуальной собственности необходимо через международные системы ВОИС и Роспатент. В случае отсутствия ответа от патентных ведомств ЕС заявки будут зарегистрированы автоматически по истечении установленного срока. **РИ**

ОБ ОЦЕНКЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

НЕ ПОРА ЛИ ИССЛЕДОВАТЬ МЕЖДУНАРОДНУЮ ПРАКТИКУ?



Елена Устинова,
консультант-патентовед, кандидат
химических наук, «Ассоциация ЦЕМЕСС»



Ирина Волкова,
правовед
«Ассоциации ЦЕМЕСС»

«Мы работаем по международным правилам» – из выступления руководителя Роспатента на открытии патентной школы в Сколково.

«В Роспатенте нормальная, отлаженная система, просто люди не знают, что ею можно реально воспользоваться», – ведущий юрист по интеллектуальной собственности «РОСНАНО», кандидат юридических наук В. О. Калятин.

«В процедуре оформления патентных заявок ничего сверхъестественного нет, поскольку она регулируется международными стандартами» – из интервью одного из экспертов журналистам делового журнала «Профиль».

С вышеприведёнными мнениями можно поспорить. Поэтому мы предлагаем рассмотреть реальные правила патентной экспертизы изобретений Роспатента, а также степень её простоты и налаженности.

В журнале «Изобретатель и рационализатор» № 5–6, 2021, в рубрике «Приёмная Вашего патентного поверенного», действительный член Международной

академии технологических наук РФ, советник Академии инженерных наук им. А. М. Прохорова Дмитрий Соколов отвечает на вопрос изобретателя. Суть вопроса такова: патентная формула изобретения содержит восемь отличительных признаков. Экспертиза по всем отличительным признакам противопоставила ссылки на известные решения и ссылаясь на п. 75 «Правил составления, подачи и рассмотрения документов, являющихся основанием для совершения юридически значимых действий по государственной регистрации изобретений» (далее – Правила 2016), выносит решение: изобретение не признаётся патентоспособным, так как явным образом следует из уровня техники. При этом изобретателю было предложено переформировать заявку на полезную модель, которая не проходит оценку «изобретательского уровня». Вопрос изобретателя: «Как переформировать заявку?» говорит о согласии с отказом в выдаче патента на изобретение. Консультант ответил на вопрос, не выражая никаких сомнений по поводу решения экспертизы.

Россия по-прежнему отстаёт от многих развитых зарубежных стран по количеству поданных заявок на изобретения, зарегистрированных патентов и внедрённых разработок. Это не означает, что у нас перевелись одарённые или талантливые люди. Недостатка в интересных и серьёзных проектах нет. Многие из них решают производственные проблемы предприятий и отраслей, упрощают нашу повседневную жизнь. Но часто мы слышим от изобретателей, инженеров и инжиниринговых компаний жалобы на несовершенство российской патентной системы, особенно когда дело касается процедуры международного патентования, созданной под эгидой ВОИС (Всемирной организации интеллектуальной собственности). Однако руководители соответствующих российских служб и чиновники считают, что у нас всё хорошо, настроены благодушно...

Как видно, изобретатель и консультант не предприняли попыток обратиться к международным правилам «Руководства по проведению международного поиска и предварительной экспертизы РСТ» (РСТ – российский стандарт, далее – руководство РСТ), которое имеется в открытом доступе на сайте Роспатента и по которым якобы работает Роспатент. Именно этим правилам должны следовать и отечественный изобретатель при оформлении международной заявки, и иностранные заявители, патентуя в России. По логике вещей правила Роспатента и РСТ не должны допускать принципиальных различий. На деле различия таковы, что результаты оценки оказываются прямо противоположными. И вот доказательства.

Согласно пункту 75 «Правил 2016», «изобретение признаётся имеющим изобретательский уровень, если оно для специалиста явным образом не следует из уровня техники. Изобретение явным образом следует из уровня техники, если оно может быть признано созданным путём объединения, изменения или

совместного использования сведений, содержащихся в уровне техники, и (или) общих знаний специалиста».

«Руководство РСТ» содержит несколько правил, устанавливающих принципиально иные требования к оценке изобретательского уровня, например:

- очевидным должно быть изобретение в целом, а не отдельные признаки, в том числе отличительные. Поэтому неправильно в случае формулы на комбинацию заявлять, что отдельные признаки комбинации, взятые сами по себе, известны или очевидны и что «поэтому» заявленный объект в целом очевиден (п. 13.05),
 - любая комбинация признаков должна быть обоснована как очевидная с точки зрения «среднего специалиста в данной области техники» (п. 13.09).
- Правила РСТ кардинально отличаются от правил Роспатента, и, главное, они не допускают экспертизы без доказательств.

ЧТО ТАКОЕ «ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКИЙ УРОВЕНЬ ДОЛЖЕН БЫТЬ ДОКАЗАН»

Зарубежные правоведы считают изобретательский уровень или неочевидность «душой и сердцем патентоспособности», так как он помогает «отделить истинно новаторские зёрна от плевел непатентоспособных незначительных улучшений». Его также называют «сфинксом патентного права» по причине сложности (загадочности) методологии оценки. Созданный судебной практикой критерий обосновывался тем, что патентная охрана не должна быть обеспечена для объекта, который может сделать человек, обладающий обычными способностями. В международном праве принято следующее определение: «изобретение имеет изобретательский уровень, если с учётом состояния уровня техники оно неочевидно для специалиста в данной области техники». Этот критерий был заимствован при введении патентного права в нашей стране ввиду объявленной гармонизации с международным правом, но в несколько иной редакции: «изобретение имеет изобретательский уровень, если для специалиста оно явным образом не следует из уровня техники» (ст. 1350 ГК РФ). Несовпадение формулировок вряд ли кому-нибудь по-

кажется принципиальным, хотя, на самом деле, это именно так. Подробнее [3].

Заметим, что для осуществления оценки на практике необходимо раскрытие понятий «средний специалист в данной области техники» (далее – СДО) и «очевидность», а также методики их применения, то есть методологии патентной экспертизы изобретений. Это сложная дисциплина, имеющая гибридный, а не юридический характер. История патентной экспертизы изобретений – это история создания специфического понятийного аппарата, где в сложном сочетании находятся представления науки и техники с правовыми условиями, разработанными уникальными судебными органами, которые наполовину состоят из так называемых «технических» судей. Неоспоримым доказательством технической доминанты в патентной экспертизе является создание концептуального понятия патентного права – СДО, которое по закону переносит рассмотрение патентоспособности изобретения в область науки и техники, то есть область компетентности самого изобретателя и заведомой некомпетентности представителей юридического сообщества.

Принятие нового критерия поставило перед Роспатентом задачу предоставления соответствующей методологии. По логике вещей единственный путь создания обоснованных правил – это исследование международной практики. Но подобные исследования не были осуществлены. В результате указанные понятия были искажены не только по форме, но и по существу. В отсутствие и судебной, и административной практики толкование сложных понятий взяли на себя юристы, что привело к дезинформации и дезориентации, при этом одновременно исключалась объявленная гармонизация. Наши изобретатели с самого начала были лишены главного инструмента патентного права – гипотетического понятия СДО – представителя изобретателя в патентном деле.

Фигура СДО возникла в начале прошлого века в качестве вспомогательного критерия при оценке изобретательского уровня для установления некой единой планки. Атрибуты СДО, то есть содержания характеризующих его признаков, находятся в постоянном развитии, обусловленном прогрессом в науке и тех-

нике, и являются прерогативой судебных органов. В настоящее время СДО – предмет пристального внимания не только национальных патентных судов и ведомств, но и международных организаций. В материалах «Исследований по изобретательскому уровню» Постоянного комитета по патентному праву отмечается, что:

«Оценка заявленного изобретения с точки зрения СДО позволяет провести объективный анализ» [1]. Понятие СДО было признано концептуальным, то есть системой взаимосвязанных принципов, правил и методов. СДО считается универсальной, ключевой, безальтернативной фигурой патентного права. На практике это является набором условий и предписаний, установленных в судебных процессах, а затем представленных в виде правил в нормативных документах патентных ведомств. Источником наиболее полной и правомочной информации об атрибутах СДО служит сборник Case Law (Практика прецедентов Апелляционных палат ЕПВ), издаваемый Европейским патентным ведомством (ЕПВ)». Сборник называют «Белой книгой» и считают «суперкнигой», которая на самом деле лучше, чем любое другое руководство. На сайте ЕПВ отмечается, что это бесценный источник информации для всех, кто связан с европейским патентным законодательством [2].

Ниже приведены примеры реальных прецедентов, которые могли бы самым непосредственным образом помочь нашему изобретателю оспорить отказное решение экспертизы:

- если комбинация сведений из разных источников, чтобы быть использованной в изобретении, требует анализа, то она не может относиться к общим знаниям,
- информация, которую можно получить только после проведения обширного поиска, не считается частью обычных общих знаний.

Подобные условия устанавливают границы, за пределами которых невозможно сделать непосредственный вывод об очевидности, и являются прямым свидетельством рассмотрения изобретения в контексте области техники. При этом вывод основан на формальной логике и не имеет никаких признаков



Юные изобретатели столичной школы № 491 на XI Московском международном инженерном форуме

юридического характера. Вопрос риторический: сможет ли даже не средний специалист заявить об очевидности объединения многовариантной комбинации сведений из восьми различных источников? На современном этапе понятие СДО является предметом исследований, осуществляемых международными организациями с целью гармонизации, – материалы опубликованы на сайте ВОИС.

Изучение Правил РСТ, Руководства ЕПВ и особенно «практики прецедентов» ЕПВ, а также рекомендаций международных организаций позволяет адаптировать полученные материалы к российской действительности и создать правила, гармонизированные с международными правилами, даже в отсутствие практики и соответствующего судебного органа. Но такая работа предполагает наличие особых кадров, и это не юристы, несостоятельность которых в этих вопросах показана [3]. Отсутствие такого инструмента или его непригодность для решения поставленных задач заведомо свидетельствует об отсутствии полноценной экспертизы изобретений, а значит, о несостоятельности патентов, которые могут быть легко нарушены или признаны недействительными.

Отечественные инженеры, учёные, изобретатели и промышленники лишены представлений о том, что СДО:

- легальная фигура, которая по закону обязывает рассматривать изобретение в контексте соответствующей области техники, то есть является своеобразным представителем изобретателя в правовом поле;

- носитель правил, основанных на представлениях науки и техники, соответствующем понятийном аппарате, логическом методе построения выводов, общеупотребительной лексике, информации об уровне техники, то есть на том, что характерно для деятельности реального специалиста-исследователя, и при этом не содержит никаких юридических аспектов;
- инструмент, который вполне способен освоить реальный специалист в области техники, что даёт возможность изобретателям увидеть изобретение глазами своего «коллеги» в области техники, а значит, уже в процессе исследований направлять деятельность в нужное русло, оценивая очевидность с позиции знаний СДО и логики простого умозаключения. А также даёт право представителям промышленности или бизнеса при оценке факта нарушения патента в судебных коллизиях предусматривать возможность эквивалентной замены признаков в патентной формуле, что также связано с понятием СДО.

В то же время СДО – инструмент, недоступный для освоения юристам, поскольку исследования в области науки и техники ни в какой мере не находятся в сфере их компетенции. Зарубежные специалисты имеют отличную возможность овладеть инструментом, а также получить дополнительные преимущества перед российскими изобретателями, опираясь на правила РСТ.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Наглядно показано, что оценка патентоспособности изобретений осуществляется экспертами Роспатента по правилам, кардинально отличным от международных правил, – это приводит к прямо противоположным результатам и ущемлению прав российских изобретателей.

Российский изобретатель, лишённый универсального инструмента, предоставленного правилами РСТ, отказывается от своего изобретения, будучи не в состоянии осознанно противостоять несостоятельной экспертизе, он вынужден следовать рекомендациям неосведомлённого консультанта.

Иностранец, отлично оснащённый методологически, патентуя изобретение в России по правилам РСТ, получает двойное преимущество – положительную оценку и возможность беспрепятственно использовать российские несостоятельные патенты, то есть нарушать их или признавать недействительными.

Необходимо вооружить инженеров, учёных, промышленников, студентов технических вузов и даже школьников разработанным мировым патентной системой универсальным инструментом, который позволяет самостоятельно оценивать неочевидность результатов новых разработок уже в процессе исследования.

Инженерное сообщество по определению (на латыни – «способность к изобретательству») должно быть заинтересованным в организации и осуществлении программы методологического обеспечения изобретательской деятельности, а мы готовы предоставить соответствующие материалы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Исследование по изобретательскому уровню. Резюме. SCP/22/3 SUMMARY https://www.wipo.int/edocs/mdocs/scp/ru/scp_22/scp_22_3_summary.pdf.
2. Прецедентное право апелляционных советов ЕПВ. <https://www.epo.org/law-practice/case-law-appeals/case-law.html>.
3. Расширенный вариант настоящего сообщения размещен на сайте chempatlaw.pro <http://chempatlaw.pro/pravila-ocenki-izobretenij-dlya-rossijskih-izobretatelej>.

РИ

ЗА НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АКТИВНОСТЬ

Российская инженерная академия (РИА), придя в 1991 году на смену аналогичной советской структуре, во многом приумножила её достижения и продолжила её традиции. Особое внимание было уделено созданию региональных отделений. Решая совместно с властями задачи по технологическому обновлению и модернизации предприятий, усилению связи науки и производства, использованию результатов фундаментальных исследований и ускоренной их адаптации в промышленность, региональные отделения вносят большой вклад в развитие экономики. Их успехи не остаются незамеченными.

Ежегодно президиум Российской инженерной академии рассматривает достижения региональных отделений, их инженеров и руководителей, секций и определяет лидеров. Так, по результатам 2023 года названы три лауреата.

Премия Российской инженерной академии присуждена секции «Авиакосмическая» РИА – за организацию и координацию фундаментальных и при-



кладных научных исследований в области технических наук, завершившихся созданием и широким применением в производстве новых технологий, техники, оборудования и материалов. Кроме того, секция активно участвовала в подготовке и проведении мероприятий, проводимых Российской инженерной академией, в издательской деятельности РИА, международном сотрудничестве. Руководитель секции «Авиакосмическая» – академик-секретарь секции – академик РИА Леонид Самойлович Яновский.

Премии также удостоено Новосибирское региональное отделение РИА – за высокоэффективные научно-технические разработки, реализованные на практике в различных областях инженерной деятельности (проект «Волновые методы неразрушающего контроля»).

Новосибирские инженеры проявили себя в проведении форумов, конференций, конкурсов, активно помогали РИА освещать свою работу. Руководитель – академик РИА Игорь Анатольевич Болдырев.

Третьим лауреатом премии стал Виталий Петрович Ложкин, вице-президент, руководитель Калининградского регионального отделения РИА, академик РИА, – за организацию на высоком уровне всероссийских конкурсов с международным участием под эгидой Российской инженерной академии. Среди таких мероприятий – конкурс имени первопечатника Ивана Фёдорова на лучшую публикацию по научно-исследовательской работе; профессиональный конкурс по присуждению премии имени И. А. Гришманова работникам промышленности строительных материалов и строительной индустрии; конкурс на лучшую научно-исследовательскую статью по техническим наукам в журнале «Вестник науки и образования Северо-Запада России».

Лауреатам премии вручены дипломы лауреата премии Российской инженерной академии, почётный знак лауреата премии Российской инженерной академии и денежное вознаграждение.

Поздравляем наших инженеров с достижениями и желаем новых творческих успехов!

РИ



В Москве в издательстве «Научный мир» вышла книга «История развития инженерного дела в России и Российская инженерная академия» (третье издание, исправленное и дополненное). Авторский коллектив книги: Б.В. Гусев (руководитель коллектива), Л.А. Иванов, А.А. Кальгин, Я.В. Афанасьева.

В книге описана деятельность инженеров, направленная на развитие промышленности страны, что очень важно для научно-технического и духовно-нравственного развития России. Авторы акцентируют внимание на популяризации развития инженерного дела, достижений науки и техники в России и мире и обращают внимание на то, что благодаря монографии формируется интерес читателя к заявленной тематике, способствуя активному обсуждению проблематики в различных кругах общества. Это в итоге даёт особенное восприятие инженерного дела в целом и инженера в частности как ценнейшего ресурса, необходимого для успешного развития страны.

Авторы будут благодарны всем заинтересованным читателям за отзывы и предложения по данной книге, что поможет продолжить начатую работу.

КОСМОС. ОБРАЗ БУДУЩЕГО

АНТОН ШКАПЛЕРОВ: «НЕ СТЕСНЯЙТЕСЬ, ПОДАВАЙТЕ ЗАЯВЛЕНИЕ В ОТРЯД КОСМОНАВТОВ»

Татьяна Улитина
Фото автора и Александра Шпаковского

Медиагруппа «Комсомольская правда» совместно с московским Международным музеем космонавтики провела пресс-конференцию на тему «Космонавтика в России сегодня: как рассказать о науке интересно». Разговор начался с приветственного слова Евгения Сазонова, шеф-редактора Медиагруппы «Комсомольская правда». Он определил основное направление пресс-конференции: пути повышения престижа инженерных космических профессий среди молодёжи.

Директор Международного музея космонавтики Наталья Артюхина обозначила направления, по которым реализуются учебно-научные проекты и достижения в последние десять лет. Это в первую очередь сочетание преемственности, новых идей и воплощение мечты о будущем космонавтики.

Заместитель директора музея Вячеслав Климентов посвятил свою часть общения с журналистами образовательной программе музея. Отметил, что она направлена на пополнение знаний молодёжи о Вселенной, о людях, сделавших нашу страну передовой космической державой.

– Мы проводим маленькие исследования, в которых участвует наше новое поколение. Это средство коммуникации со школьниками. Они не просто приходят на экскурсии. Проводятся увлекательные олимпиады. Сейчас существуют



Антон Шкаплеров

совместные образовательные программы, по которым учителя проводят уроки. Основа урока – музейный предмет космического назначения. Встречи с космонавтами, ответы на многочисленные вопросы ребят повышают интерес к предмету. Это научная составляющая музея, в которой сочетаются научная достоверность и художественная выразительность. Здесь нашли широкое применение музейные инсталляции, новейшие музейные технологии. В интерактивных зонах размещены игровые компьютер-

ные комплексы, оборудование для показа мультимедийных программ, – пояснил Вячеслав Климентов.

Антон Шкаплеров, Герой России, лётчик-космонавт РФ, приобретший значительный опыт пребывания в околоземном пространстве, занимается сейчас отбором молодёжи в отряд космонавтов.

– Часто встречаюсь с молодёжью как в России, так и за рубежом. Считаю, что самое практичное – это обмен опытом в музеях космонавтики страны. Наш Международный музей космонавтики является лидером по площади и по количеству артефактов. «Под ракетой», как принято обозначать место расположения нашей экспозиции, есть все условия для таких встреч. На несколько часов можно полностью погрузиться в тематику космических полётов, достижений наших инженеров, руководства отраслью. Никто не уходит разочарованным. Это видно и по возрастающему, уже четвёртому открытому набору в отряд космонавтов, который объявлен на сайте Госкорпорации «Роскосмос». Я призываю: не стесняйтесь, подавайте заявления в отряд космонавтов. С каждым набором мы расширяем количество специальностей. Появилась даже IT-безопасность. Но есть проблема. Умных много, но физически молодое поколение слабовато. На сайте точно указаны нормативы, которым должен соответствовать претендент на полёты в космос. Это нужно иметь в виду и заниматься спортом с раннего детства, – рассказал Антон Шкаплеров.

Как известно, раньше в отряд космонавтов отбирали в основном лётчиков и инженеров, работающих на предприятиях авиакосмической отрасли. Сегодня достаточно иметь высшее образование по лётным, инженерным или научным специальностям, опыт работы не менее трёх лет, знание английского языка, возраст до 35 лет и хорошую

физическую подготовку. Причём охотно берут и девушек. Но с физической крепостью молодёжи есть проблемы несмотря на то, что уровень физической подготовки требуется не выше, чем на золотой значок ГТО. Только вот беда: сегодняшняя молодёжь чаще сидит за компьютером, чем ходит в спортзал. Поэтому сейчас отряд космонавтов пополняется не так быстро, как хотелось бы.

Антон Николаевич, говоря о том, как будет выглядеть новый этап развития отечественной космонавтики, отметил, что космодром Восточный строится в Амурской области с большим заделом на будущее. Его возможностям Илон Маск позавидует. А космонавты сегодняшнего набора будут летать уже не на «Союзах», а на «Орле», и по новым программам. Выводить эти корабли на орбиту будут новые ракеты «Ангара». Также строится новая российская орбитальная станция. Планируется поселить там первый экипаж в 2027–2028 годах.



Дмитрий Шишкин, директор Административного департамента Госкорпорации «Роскосмос», подробно остановился на образовательных и просветительских программах корпорации.

– Тенденция популярности космических профессий уже сформировалась. Мы отвечаем за наследие и популяризацию космонавтики. Раньше система дополнительного образования была устроена таким образом, что она готовила мало ребят по техническим специальностям. Единицы хотели связать свое будущее с космонавтикой. Теперь же произошёл перелом, в том числе с помощью руководства страны. В техническое обра-



Лев Зелёный

зование стали вкладываться средства, пошла поддержка регионов. Появились соответствующие образовательные центры. Наша фундаментальная мотивация – обеспечить преемственность поколений космонавтов. Часто специалист, приходя в космическую отрасль, имеет хорошую цифровую компетенцию. Но ценности старшего поколения остаются в тени. Поэтому одна из ключевых задач – обеспечить эту преемственность, профессиональную идеологию. Нужно не только передать опыт, но и на новом технологическом уровне поддержать его. Новое космическое образование невозможно создать в одиночку. Ни одной корпорации это не под силу. И в этой работе Международный музей космонавтики имеет ключевое значение. Коллектив этого учреждения давно шагнул за пределы музейной функции. Здесь занимаются и просвещением, и гражданским образованием. Главные наши партнёры – 30 образовательных организаций Москвы. Космонавтику мало изучать по учебникам. Нужен живой опыт, встречи с космонавтами, специалистами космической отрасли. Наша задача – дать стимул новому поколению загореться техническими специальностями, чтобы ребята, поступая в технические вузы, имели представление о космонавтике. Поэтому мы активно развиваем работу с вузами, протягиваем цепочку от дошкольников до учёных-специалистов. В этой работе роль музея важна ещё и потому, что он хранит живое знание о людях, информацию, которая станет основой завтрашнего мировоззрения. А это и есть развитие, – сказал Дмитрий Шишкин.

Не так давно в России был создан сайт «Ключ на старт». На сегодняшний день это самый большой ресурс, который рассказывает о космонавтике. Он стал агрегатором образовательных услуг для школ, колледжей и вузов. Теперь

учителю не нужно мучиться, изобретая велосипед. Он может использовать материал сайта в своей работе.

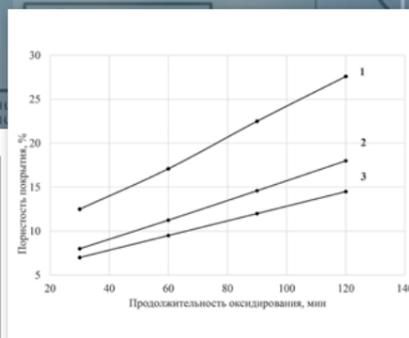
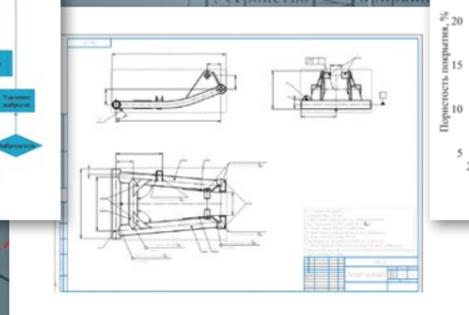
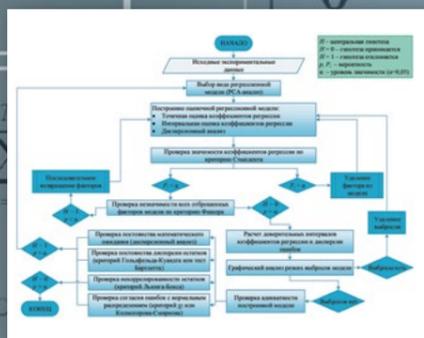
Лев Зелёный, академик, научный руководитель Института космических исследований РАН, рассказал о прошедшей третьей конференции «Дорога в космос». На этой площадке собраны все, кто занимается космическим образованием: руководители космических музеев и планетариев, редакторы научных и научно-популярных журналов, школьные и вузовские преподаватели.

– В науке сейчас происходит много интересного. Хотелось бы видеть в ней самых ярких молодых людей. Чтобы их талант был направлен на технические, космические специальности. Кто-то станет учёным, инженером, репортёром, врачом в будущих экспедициях. Журналисты должны помогать в выборе профессии, рассказывать о безграничных возможностях этого направления. В нашем институте регулярно проводятся дни открытых дверей. Приходите к нам в институт семьями. Эти знания полезны в любом возрасте. Особенно нужно бороться за молодёжь. Результаты нашей совместной работы с другими структурами и общественными организациями уже видны. Ребята с уверенностью в себе поддают заявления на профильные кафедры, – резюмировал Лев Матвеевич.

Спикеры также ответили на вопросы представителей прессы и пообещали захватывающее будущее. Эпоха космоса не прошла, его изучение всегда будет одним из основных направлений российской и мировой науки. **РИ**



НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВЕСКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

DESIGN OF SUSPENSION ELEMENTS USING DOMESTIC ENGINEERING COMPUTER TECHNOLOGIES



Агапов Максим Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ), Омск, Россия



Цехош София Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры общепрофессиональных дисциплин Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ), Омск, Россия



Сабинин Анатолий Анатольевич, ИП «Сабинин Анатолий Анатольевич», Омск, Россия

M. E. Agapov, S. I. Tsehos, A. A. Sabinin
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education 'The Siberian State Automobile and Highway University'

АННОТАЦИЯ. В настоящее время Россия столкнулась с проблемой импортозамещения массового характера – от красок до IT-технологий. Насыщенность рынка иностранными товарами, в особенности транспортными средствами, предполагает спрос на различные запасные части и агрегаты. С учётом сложившейся ситуации и дефицита указанных товаров появилась необходимость изготавливать запасные части для транспортных средств. Целью данной работы является реализация проекта по созданию рычагов передней подвески для снегоходов Yamaha VK10D RS Viking professional. Предлагаемый проект направлен на создание технической документации, используя современное российское оборудование и программное обеспечение для производства рычагов подвески для снегоходов Yamaha VK10D RS Viking professional.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: импортозамещение, подвеска, трёхмерная модель, САПР, химический анализ металла, нагрузочный расчёт.

ANNOTATION. Currently Russia is faced with the problem of mass import substitution from paints to IT technologies. The saturation of the market with foreign goods, especially vehicles, implies a demand for various spare parts and assemblies. Given the current situation and the shortage of these goods, there is a need to produce spare parts for vehicles. The purpose of this work is to implement a project to create front suspension arms for snowmobiles Yamaha VK10D RS Viking professional. The proposed project is aimed at creating technical documentation, using modern Russian equipment and software, for the production of suspension arms for snowmobiles Yamaha VK10D RS Viking professional.

KEYWORDS: import substitution, suspension, three-dimensional model, CAD, chemical analysis of metal, load calculation.

В России с 2014 года идёт процесс импортозамещения с целью независимости от иностранных товаров [3]. Задачей правительства является замещение импортных товаров на товары, произведённые в России в различных отраслях, например: фармацевтике, судостроении, машиностроении, радиоэлектронике [2]. Импортозамещение позволит развивать отечественное производство и укреплять экономическую устойчивость страны [5]. Данной тематикой занимаются многие организации в нашей стране, наряду с ними и образовательные. Последние в силу своей специализации осуществляют разработки и исследования по различным направлениям.

Одним из таких направлений можно выделить инжиниринг, который в приведённых выше областях импортозамещения играет не последнюю роль. Разработки инженерных решений ведутся многими учебными заведениями в рамках научной деятельности отдельных учёных, команд из преподавателей и студентов или в рамках взаимодействия с представителями бизнеса.

Целью представляемого проекта в рамках подобных изысканий является создание отечественного аналога рычагов подвески Yamaha VK10D RS Viking professional. Практический опыт показал, что в результате эксплуатации указанных и других подобных транспортных средств уязвимым местом, а вследствие требующим ремонта являются элементы подвески. В проекте рассматриваются поперечные рычаги, которые в результате удара при активной эксплуатации снегохода подвергаются деформации и зачастую не подлежат ремонту. В результате дефицита на рынке запасных частей появилась необходимость разработать техническую документацию для производства поперечных рычагов передней и задней подвески снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional.

Объектами исследования выбраны нижний и верхний рычаги передней подвески снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional (рис. 1). Для создания необходимых эксплуатационных свойств будущего изделия проведены инженерные исследования, основанные на обратном инжиниринге, которые можно разделить на несколько этапов: анализ конструкции, создание трёхмерной модели, анализ материала, проведение машинного расчёта прочности на созданной трёхмерной модели, создание рабочих и сборочных чертежей изделий, создание технологической карты.

В результате анализа конструкции были созданы в отечественной системе автоматизации проектирования (САПР) «Компас 3D» трёхмерные модели рассматриваемых рычагов (рис. 2, 3).



Рис. 2. Трёхмерная модель верхнего рычага, выполненная в «Компас 3D»

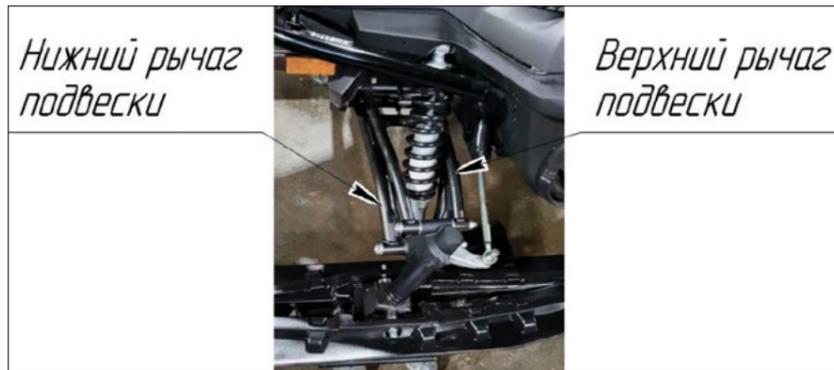


Рис. 1. Передняя подвеска снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional

Следующим этапом исследования является проведение анализа материала, из которого изготовлены прототипы. Свойства материала в конечном итоге определяют эксплуатационные свойства изделия, учитывая специфику транспортного средства, которое используется в холодное время года. Низкие температуры пагубно влияют в плане одновременного поддержания жёсткости конструкции и эластичности металла. Такие элементы, как рычаги подвески транспортного средства, хоть и являются несущими элементами конструкции, но должны обладать упругими свойствами, чтобы при критических нагрузках испытывать упругие (обратимые) деформации. Предварительно можно сделать вывод, что сталь, из которой изготовлены рычаги, не должна быть высокоуглеродистой.

Для определения химического состава представленного образца (рис. 4) был применён оптико-эмиссионный спектрометр ДФС-500. В результате анализа были определены свойства стали, которые существенно влияют на характери-

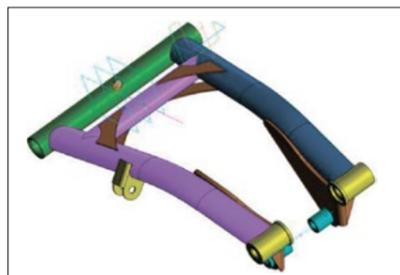


Рис. 3. Трёхмерная модель нижнего рычага, выполненная в «Компас 3D»

стики материала. Свойства и характеристики стали зависят от массового состава химических элементов в её структуре. Углерод придаёт материалу твёрдость и вязкость, снижает пластичность, но его повышенное содержание приводит к хрупкости и ухудшает свариваемость. Марганец с массовой долей до 2% позволяет повысить прочность материала, снижает ударную вязкость, повышает сопротивление хрупкому разрушению. Хром повышает прочность, снижает пластичность, защищает сталь от окисления и значительно продлевает срок её эксплуатации. Но при неправильной термической обработке образует карбид, который препятствует свариваемости [1].

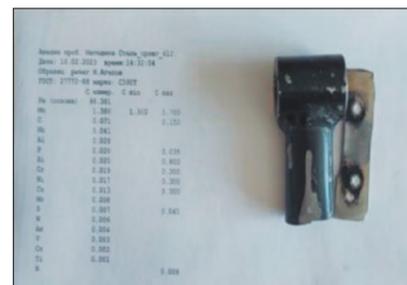


Рис. 4. Результаты исследования образца после спектрального анализа

По полученным данным химического анализа, исследуемый материал образца в наибольшей степени соответствует марке стали С390Т. Для производства рычагов подвески автомобилей обычно применяют стали марки Ст3. Однако при сравнении физико-механических свойств двух марок сталей Ст3 и С390Т можно сделать вывод о том, что сталь

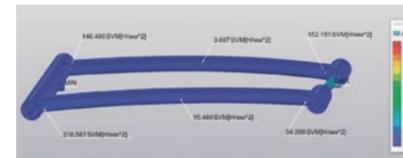


Рис. 5. Эпюры распределения напряжений

С390Т обладает более высоким пределом прочности за счёт высокого содержания в её составе марганца. Марганец с массовой долей до 2% позволяет повысить прочность материала, снижает ударную вязкость, повышает сопротивление хрупкому разрушению [4, 7].

Для подтверждения адекватности выбранного материала и конструкции будущего изделия было проведено исследование полученной трёхмерной модели с использованием отечественной системы автоматизации проектирования (САПР) «Компас 3D». Для этого были заданы начальные параметры: параметры материала, схема нагружения. Критерием оценки влияния нагрузки на конструкцию в данном случае являются напряжения. Сравнивались напряжения, возникающие в конструкции с пределом текучести материала. Также критерием оценки выступает коэффициент запаса, который представляет собой отношение напряжений в конкретной точке к пределу текучести выбранного материала. Предел текучести – механическая характеристика материала, характеризующая напряжение, при котором деформации

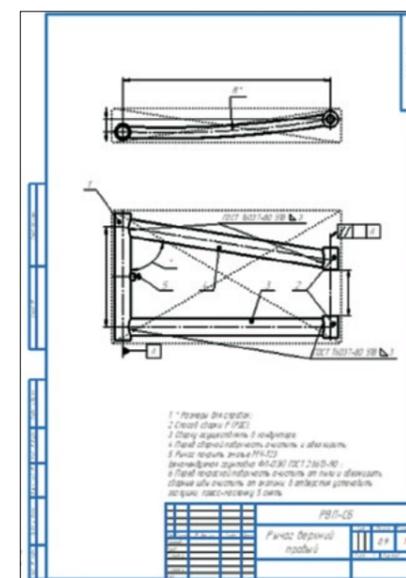


Рис. 6. Сборочный чертёж верхнего рычага подвески снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional, выполненный в «Компас 3D»

продолжают расти без увеличения нагрузки, то есть наступают пластические, необратимые деформации [6].

Из представленной эпюры распределения напряжений (рис. 5) видно, что концентрация напряжений ожидается в местах сварных швов. В частности, в месте шва между деталями изделия. Данные напряжения получены при нагрузке $F = 500$ Н. Максимум напряжений, находящийся на оси, на данный момент нас не интересует, так как объектом исследования не является.

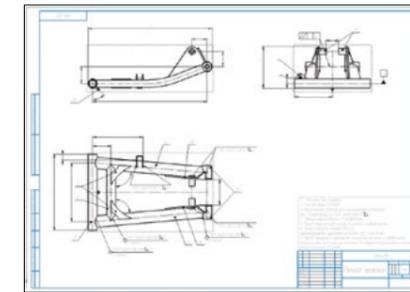


Рис. 7. Сборочный чертёж нижнего рычага подвески снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional, выполненный в «Компас 3D»

Следующим этапом представленного проекта является создание рабочих чертежей и технологических карт для изготовления рассматриваемых рычагов. Программа «Компас 3D» позволяет в автоматизированном режиме создавать чертежи по трёхмерной модели. Результатом построения стали сборочные чертежи верхнего и нижнего рычагов подвески снегохода (рис. 6, 7).

В результате работы над представленным проектом в рамках выделенных этапов были получены следующие результаты:

- проанализированы конструкции исследуемых рычагов подвески снегохода Yamaha VK10D RS Viking professional;
- создана трёхмерная модель рассматриваемых изделий с использованием «Компаса 3D»;
- с использованием отечественного оптико-эмиссионного спектрометра ДФС-500 проведён анализ материала и определён аналог стали, которая доступна в РФ;
- проведены нагрузочные расчёты и определены места возможных разрушений рычагов при критических нагрузках с использованием отечественного САПР «Компас 3D». Дан-

ное направление является отдельной задачей для исследования:

- созданы рабочие и сборочные чертежи, а также технологические карты для изготовления исследуемых рычагов.

Дальнейшими направлениями исследований для данного проекта являются создание опытного образца и проведение экспериментальных исследований для подтверждения адекватности осуществлённых расчётов нагружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 27772-88** Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия: межгосударственный стандарт: дата введения 1967-10-12. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 16 с.
2. **Импортозамещение в промышленности: новые проекты и их финансирование** // Сайт ГАРАНТ.РУ – информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/news/1581704/> (дата обращения 15.11.2023).
3. **Импортозамещение в России** // Сайт Wikipedia URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 15.11.2023).
4. **Марочник стали и сплавов** // Сайт splav-kharkov.com. – URL: http://splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=1798 (дата обращения: 20.12.2023).
5. **Попова, И. Н., Сергеева, Т. Л.** Импортозамещение в современной России: проблемы и перспективы // Beneficium. 2022. № 2 (43). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/importozameschenie-v-sovremennoy-rossii-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 15.11.2023).
6. **Пределы текучести и прочности: всё, что вам нужно знать** // Научные Статьи.Ру – портал для студентов и аспирантов. – Дата последнего обновления статьи: 06.09.2023. – URL <https://nauchniestati.ru/spravka/predely-tekuchesti-i-prochnosti/> (дата обращения: 20.12.2023).
7. **Характеристика стали Ст3** // Сайт TrustStal.by. – URL: <https://truststal.by/stati/55-stal-st3-khimicheskij-sostav-i-svoystva.html> (дата обращения: 14.12.2023).

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОСВЯЩЁННЫХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СЕНСОРИКИ ДВИЖИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

УДК 2.5.11

ANALYSIS OF STUDIES DEVOTED TO THE USE OF SENSORS INSTALLED ON MOVEMENT ASSEMBLY TO INCREASE THE EFFICIENCY OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES



Наумов Валерий Николаевич,
доктор технических наук,
профессор кафедры
многоцелевых гусеничных
машин и мобильных
роботов,
МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Москва, Россия



Холоденко Вячеслав Борисович,
аспирант, ассистент
кафедры многоцелевых
гусеничных машин
и мобильных роботов,
МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Москва, Россия



Агафонова Екатерина Вадимовна,
студент кафедры
многоцелевых гусеничных
машин и мобильных
роботов,
МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Москва, Россия



Захаренко Александра Дмитриевна,
студент кафедры
многоцелевых
гусеничных машин
и мобильных роботов,
МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Москва, Россия

АННОТАЦИЯ. Анализ различных методик повышения энергоэффективности и безопасности движения за счёт применения систем управления, учитывающих силовые факторы при взаимодействии колёсного движителя с опорной поверхностью. В процессе анализа методик повышения энергоэффективности и безопасности использовались методы логического и статистического анализа. Существует большое количество датчиков, способных фиксировать нагрузку при движении транспортно-технологического средства. Применение информации, получаемой с устройств, поможет существенно улучшить точность результатов проводимых экспериментов, значит, появится возможность делать более правильные выводы, что открывает большие возможности для проведения научных работ по тематике изучения процессов в пятне контакта и тем самым для повышения безопасности и энергоэффективности транспортных средств. По результатам обзора спрогнозировано дальнейшее использование различных датчиков для повышения точности управления, как следствие – повышение безопасности и энергоэффективности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: динамометрическое колесо, телеметрия, телеметрический модуль, транспортно-технологические средства, пятно контакта, система управления, энергоэффективность.

ABSTRACT. Analysis of various methods referred to the increasing energy efficiency and movement safety through the use of control systems which take into account the force factors of interaction of the wheel propeller with the supporting surface. During the analysis of methods dedicated to energy efficiency rise and were used techniques of logical and statistical analysis. There are various types of sensors which are capable to record loads during the transport vehicle movement. Applying information received from devices will help to improve the accuracy of the experiment's results. That means there will be an opportunity to make current calculations, which opens up great potential for conducting scientific research on the subject of studying processes which occur in the contact patch. These researches will increase safety and energy efficiency of transport vehicles. The results of the review predict the further use of various sensors to improve control accuracy, resulting in increased safety and energy efficiency.

KEYWORDS: torque wheel, telemetry, telemetry module, transport and technological vehicles, contact patch, control system, energy efficiency.

На сегодняшний момент одним из возможных способов повышения энергоэффективности и безопасности движения транспортно-технологических средств является применение систем управления, учитывающих силовые факторы при взаимодействии колёсного движителя с опорной поверхностью. Во многих научных работах поднимается вопрос об улучшении ключевых характеристик транспортно-технологических средств, что в свою очередь позволит улучшить характеристики вновь разрабатываемых образцов, а также модернизировать существующие. Для понимания процессов, происходящих в пятне контакта, всё чаще применяются экспериментальные методы исследования.

В случае применения экспериментального метода получения информации о процессах, происходящих в пятне контакта, стараются проводить эксперимент, максимально приближённый к реальным условиям движения транспортного средства, или же получать данные в реальном времени при испытании самого образца. Сейчас с помощью современных технологий можно получать информацию обо всех силах и моментах, действующих на элементы движителя, будь то колесо или гусеничный движитель.

Обзор литературы. На необходимость получения таких параметров в своих работах указывают многие учёные. К примеру, в диссертации Серебрянного И. В. указывается на необходимость располагать данными о величине крутящего момента на колесе, а также реакции основания и вертикальной реакции для определения коэффициента сопротивления качению [1].

Зимелев В. Г. предложил определять силу сцепления по зависимости (1):

$$T = c \cdot F + G' \cdot f_{sp} + G'' \cdot \mu_p \quad (1)$$

где c – сцепление грунта; F – площадь среза; G' и G'' – нагрузки, приходящиеся соответственно на зону трения грунта о грунт (пространство между выступами) и на выступы протектора; f_{sp} и μ_p – соответствующие этим зонам коэффициенты трения.

В работах Ульянова Н. А. [3], Шедухина А. С. [4] и др. указывается на необходимость располагать данными о величине крутящего момента на колесе, а также величине реакции основания и вертикальной реакции для определения реального плеча сноса и крутящего момента. Они в своих работах применяют уравнение силового равновесия колеса (2):

$$M_k = Z_k \cdot a + X_k \cdot r_d, \quad (2)$$

где M_k – крутящий момент; X_k – горизонтальная реакция основания; r_d – плечо действия реакции X_k относительно оси колеса (динамический радиус); Z_k – вертикальная реакция основания; a – плечо сноса реакции Z_k .

В таком случае можно определить силовую характеристику сопротивления качения $f(3)$:

$$f = \frac{P_f}{Z_k} = \frac{Z_k \cdot a}{Z_k \cdot r_d} = \frac{M_k - X_k \cdot r_d}{Z_k \cdot r_d}, \quad (3)$$

где, P_f – сила сопротивления качению.

В статье Горелова В. А. [5] рассматривается функциональная зависимость крутящего момента как функции от вертикальной реакции.

Таким образом, заметен высокий интерес научного сообщества к процессу определения реакций в пятне контакта колеса с опорным основанием и моментам, действующим на колесо экспериментальным методом.

Анализ применяемой датчиковой аппаратуры для определения усилий на колесе. С учётом возможности мониторинга и обработки информации непосредственно с элементов движителя транспортно-технологического средства есть большой потенциал определения важнейших параметров движения непосредственно в процессе самого движения, а также осуществления его корректировки в случае отклонения от оптимальных значений, что однозначно скажется положительным образом на энергоэффективности и безопасности движения транспортно-технологических средств. Самым распространённым способом учёта этих параметров в настоящее время является применение различных алгоритмов, учитывающих лишь измерение косвенных факторов, таких как: тормозной момент, усилие в упругих элементах подвески колёс, давление воздуха в шинах и других факторов.

В случае применения данного способа используются допущения в расчётных алгоритмах, которые весьма часто имеют невысокую надёжность и точность определения силовых факторов. Наиболее точным методом определения силовых реакций в контакте колёсного движителя с опорной поверхностью является применение специальных динамометрических колёс, способных обеспечить регистрацию шести компонентов нагрузки: трёх сил и трёх моментов. Под термином «динамометрическое колесо» можно понимать как специально изготовленное устройство для измерения силовых факторов, крепящееся на ступицу колеса, так и конструктивно доработанное под эти задачи стандартное колесо.

Образец, разработанный фирмой «СЕНСОРИКА-М», представляет собой шестикоординатный колёсный измерительный датчик для проведения дорожных испытаний, измеряющий все силы, действующие на колесо транспортно-технологического средства во время проведения динамических испытаний, испытаний тормозной системы или определения общих данных по нагрузкам силы и момента. Датчик находится в прочном и герметичном корпусе, надёжно защищающем устройство от грязи, воды и снега и позволяющем использовать его в любых погодных условиях. Внешний вид этого датчика представлен на рис. 1а [6]. Данный датчик интегрирован в систему, состоящую также из блока управления и телеметрического модуля. Блок управления в данной системе используется для онлайн-обработки входных данных с датчика, а телеметрический модуль передаёт данные измерений с самого датчика. С помощью системы адаптеров датчики легко монтируются на транспортно-технологические средства.

Систему адаптеров можно использовать для самых разных конструкций при условии совпадения окружности центров болтов и вылета колеса. Располагая всего несколькими адаптерами ступицы, можно обеспечить монтаж датчика на любое транспортно-технологическое средство. Адаптер колёсного диска, как и сам колёсный диск, служит для монтажа шины [6]. Размер самого адаптера зависит только от размера шины,

что даёт возможность использовать адаптер колёсного диска на различных транспортно-технологических средствах с одинаковыми размерами шин. Корпус датчика, телеметрический модуль и система адаптеров могут комбинироваться под необходимые условия. Поэтому датчики можно устанавливать на самых разных колёсах различного размера. Возможность быстрой настройки системы и программного обеспечения с удобными функциями позволяют подготовить систему к работе в самое короткое время. Силовые факторы, воспринимаемые системой, разработанной фирмой «СЕНСОРИКА-М», представлены в табл. 1 [6].

Образец японской компании KYOWA Electronic Instruments представляет собой шестикомпонентный датчик сил и моментов, измеряющий их воздействие на ступицу колеса при движении. Для функционирования данного датчика необходимо использовать карту телеметрического приёмника, а также измерительно-вычислительное оборудование для обработки полученного с датчика сигнала. Примерный состав данной системы приведён на рис. 1б [7]. Силовые факторы, воспринимаемые системой, разработанной фирмой KYOWA, представлены в табл. 1 [7].

Образцы, представленные немецкой компанией Kistler, представляют из себя семейство различных динамометрических колёс для всех типов транспортно-технологических средств для измерения сил и моментов на колесе. Среди актуальных моделей датчиков есть динамометрические колёса как на основе пьезоэлектрических датчиков, так и на основе тензометрических и S-образных датчиков. Динамометрические колёса представляют из себя датчик силы колеса для выполнения измерений всех трёх сил и моментов на вращающемся колесе. Они устанавливаются вместо серийных колес на транспортно-технологическое средство и служат для получения информации о сообщаемых дорогой транспортно-технологическому средству нагрузках. В зависимости от поставленных задач для дорожных испытаний можно использовать до четырёх мерных колёс. Результаты измерений в основном применяются для составления документации по эксплуатационным нагрузкам для исследования и улучшения динамики

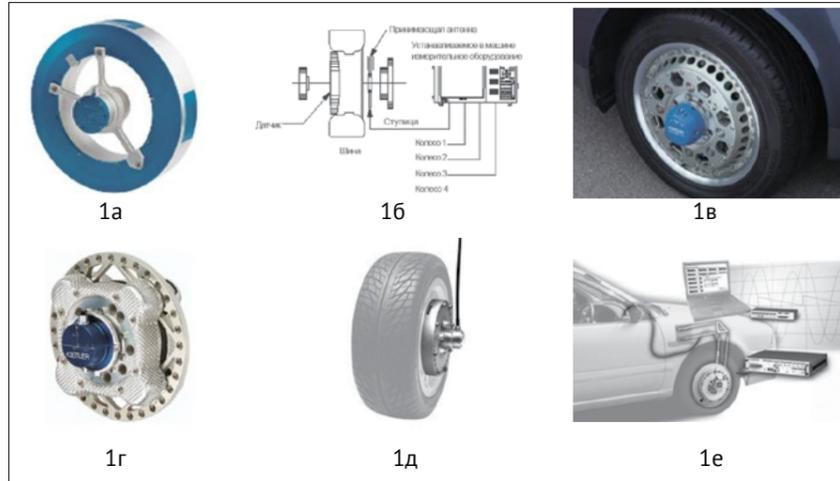


Рис. 1. Разновидности колёсных измерительных датчиков

Рис. 1а. Колёсный измерительный датчик фирмы «СЕНСОРИКА-М»

Рис. 1б. Схема колёсного измерительного датчика фирмы KYOWA Electronic Instruments

Рис. 1в. Динамометрическое колесо RoaDyn® P1 фирмы Kistler

Рис. 1г. Шестикомпонентное динамометрическое колесо RoaDyn® P6 Piezoelectric фирмы Kistler

Рис. 1д. Шестикомпонентный датчик компании TML

Рис. 1е. Шестикомпонентная система измерения усилий на колесе компании TML

транспортного средства и его шин. Отличительными чертами мерных колёс компании Kistler являются: модульная конструкция датчика со сменными измерительными элементами и компонентами; небольшой вес мерного колеса при отличных показателях прочности; точная регистрация сигнала с калиброванными по отдельности измерительными элементами; самоидентификация компонентов; принятие во внимание индивидуальных значений калибрования измерительных ячеек; проверенная эксплуатационная прочность, а также бортовая электроника с возможностью дистанционного обслуживания. Внешний вид мерного колеса от компании Kistler представлен на рис. 1в и 1г [8].

Образец японской компании TML представляет из себя шестикомпонентный датчик с контактными кольцами для измерения сил на колёсах. Система состоит из шестикомпонентного датчика силы и специального анализатора усилий. Сам

шестикомпонентный датчик отличают следующие характеристики: высокая точность фиксируемого сигнала, лёгкий вес по отношению к аналогичным моделям конкурентов, возможность установки на любые модели и модификации транспортно-технологических средств, простой монтаж и водонепроницаемая конструкция корпуса датчика. Возможно подключение до четырёх шестикомпонентных датчиков. Модель анализатора MFT-306R позволяет вести цифровую запись с измерительных и вычислительных каналов на карту памяти CF и преобразовывать в выходное напряжение частоту вращения колеса. Возможна одновременная запись на карту памяти CF, а также одновременное измерение динамических напряжений с помощью скоростного регистрирующего устройства. Внешний вид конструкции датчика и всей системы в целом представлен на рис. 1д и 1е [9].

Также необходимо отметить различные концепции дизайна, представленные

Таблица 1. Воспринимаемые датчиками нагрузки

Параметры сравнения	СЕНСОРИКА-М	KYOWA Electronic Instruments
Сила F_x (продольная), кН	60	20
Сила F_y (осевая), кН	30	8
Сила F_z (вертикальная), кН	60	20
Момент M_x (ось x), кН·м	10	2.4
Момент M_y (ось y), кН·м	10	4
Момент M_z (ось z), кН·м	10	2.4

на рис. 2, реализуемые в конструкции динамометрических колёс. Существует два различных варианта дизайна тензометрических колёс, обусловленные потребностью в свободном месте для размещения измерительных устройств и используемом для создания конструкций материалов. При одинаковой внешней нагрузке направления нагрузки измерительных элементов могут быть различными. На показанном рис. 2 положительная нагрузка F_y вызывает растягивающее напряжение измерительного элемента при варианте дизайна 1 [9], а при варианте дизайна 2, наоборот, – напряжение сжатия. То же самое можно сказать о нагрузке, обозначенной F_z . Сигналы корректируются бортовой электроникой в процессе расчёта сил и моментов колеса, получаемых в результате фиксирования сигналов динамометрических датчиков в зависимости от варианта крепления. Измерения на сдвоенных колёсах выполняются точно так же, как и на одиночных колёсах. В качестве оси колеса, на которую воздействуют внешние нагрузки (F_y и F_z), служит ось симметрии обоих колёс. Для обозначения сил на измерительных датчиках действительны обозначения концепции дизайна 2 [9]. Точно так же, как при проведении измерений на одиночных колёсах, сигналы корректируются бортовой электроникой в процессе расчёта сил и моментов колеса, получаемых в результате фиксирования сигналов динамометрических датчиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время существует достаточно большое количество шестикомпонентных датчиков и динамометрических колёс, способных фиксировать шесть компонентов нагрузки: три ортогональных компонента сил (F_x, F_y, F_z) и три момента (M_x, M_y, M_z) по каждой оси, действующих на вал (ступицу) при движении транспортно-технологического средства, но все они применяются для сбора данных о состоянии системы или мониторинге системы в реальном времени. По всем признакам дальнейшим этапом развития систем, рассмотренных в данной статье, и систем им аналогичным будет их применение в конструкции специальных транспортно-технологических средств для воздействия с помощью ре-

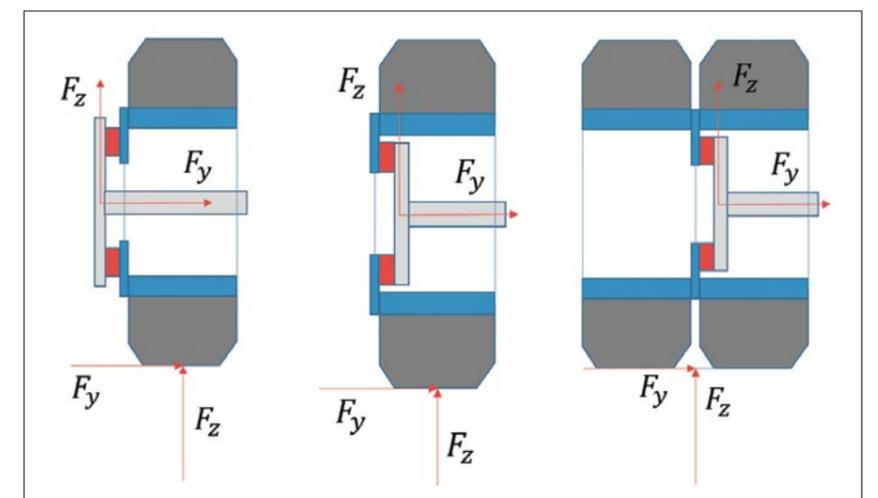


Рис. 2. Концепция дизайна одиночного и сдвоенного измерительного колеса

Слева направо: 1 – вариант дизайна с внешним креплением датчиков; 2 – вариант дизайна с внутренним креплением датчиков; 3 – вариант дизайна с внутренним креплением датчиков в спаренных колёсах

гистрируемых данных на систему управления параметрами движения. Образцы данных телеметрических модулей, как видно из представленных материалов, позволяют регистрировать достаточно существенные нагрузки и позволяют применять их в неблагоприятных условиях. Применение информации, получаемой с устройств, рассмотренных в данной статье, а также их аналогов поможет существенно улучшить точность результатов проводимых экспериментов, а значит, появится возможность делать более правильные выводы, что открывает большие возможности для проведения научных работ по тематике изучения процессов в пятне контакта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Серебряный, И. В.** Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук «Повышение опорной проходимости полноприводного автомобиля путём рационального распределения мощности по колесам».
2. **Зимелев, Г. В.** Теория автомобиля. – М.: Оборонгиз, 1957. – 455 с.
3. **Ульянов, Н. А.** Основы теории и расчёта колёсного движителя землеройных машин. – М.: Машгиз, 1962. – 208 с.
4. **Шелухин, А. С.** Сопrotивление качению автомобильных шин по твёрдой поверхности // Труды НАМИ. – 1962. – Вып. 54. – С. 68–104.
5. **Горелов, В. А.** Повышение тягово-динамических свойств и активной безопасности колёсной машины за счёт

рационального перераспределения крутящего момента между осями / В. А. Горелов, О. И. Чудаков // Технологии и компоненты интеллектуальных транспортных систем, Москва, 18–19 октября 2018 года. – Москва: Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ», 2018. – С. 181–192.

6. **«СЕНСОРИКА-М»** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.sensorika.com/ru/ispytanie-transportnyh-sredstv/datchik-sily/> (дата обращения 30.01.2024).
7. **Оборудование фирмы Kyowa** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://kyowa.ru/produktsiya/novoe-oborudovanie-firmi-kyowa.html> (дата обращения 15.01.2023).
8. **KiRoad Performance: точное измерение усилия на колёсах с минимальными усилиями по настройке** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.kistler.com/ru/solutions/research-and-development-testing/automotive-testing/vehicle-dynamics-testing/wheel-force-measurement-with-kiroad-performance/> (дата обращения 18.01.2023).
9. **SLW/MFT с контактными кольцами** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://www.tmljp.ru/catalog/spets-oborudovanie/avtomotiv/6-komponentnaya-sistema-izmereniya-usilij-na-kolese-avtomobilya/s-kontaktnymi-koltsami/> (дата обращения 30.01.2024).

УДК 519.237.5

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОРИСТОСТИ АНОДНО-ОКИСНОГО ПОКРЫТИЯ НА АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ АМГ6

MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE POROSITY OF THE ANODIC OXIDE COATING ON AMG6 ALUMINUM ALLOY



Ефремов Андрей Николаевич, аспирант АНО ДПО «Научно-образовательный центр воздушно-космической обороны «Алмаз – Антей» им. академика В. П. Ефремова», г. Москва, Россия, начальник бюро технического контроля ПАО «Машиностроительный завод имени М. И. Калинина», г. Екатеринбург, Россия

Yefremov Andrey Nikolaevich, postgraduate, Independent Non-profit Organization of Further Vocational Education «Science and Education Center of Aerospace Defense «Almaz – Antey» named after Academician V. P. Efremov», Head of Technical Control Bureau, Public Joint Stock Company «Kalinin Machinery Plant», Yekaterinburg (PJSC MZIK)

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты моделирования пористости анодно-окисных покрытий (АОП), полученных методом анодного оксидирования в сернокислом электролите, на алюминиевом сплаве АМГ6. Представлено описание нотации моделирования в среде MATLAB. Приводятся графические результаты математического моделирования пористости анодно-окисных покрытий. Установлены определяющие факторы, оказывающие ключевое влияние на пористость. Проведена проверка значимости коэффициентов регрессии и адекватности полученной модели на основе условий Гаусса – Маркова. Выданы рекомендации по дальнейшему применению и развитию разработанной модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: регрессионная модель, пористость покрытия, сплав АМГ6, анодное оксидирование в серной кислоте, технологические параметры анодирования.

ABSTRACT. The article presents the results of modeling the porosity of anodic oxide coatings obtained by anodic oxidation in sulfuric acid electrolyte on aluminum alloy AMG6. A description of the modeling notation in the MATLAB environment is presented. Graphical results of mathematical modeling of the porosity of anodic oxide coatings are presented. The determining factors that have a key effect on porosity have been established. The significance of the regression coefficients and the adequacy of the obtained model based on the Gauss-Markov conditions were verified. Recommendations for further application and development of the developed model have been issued.

KEYWORDS: regression model, porosity of the coating, AMG6 alloy, anodic oxidation in sulfuric acid, technological parameters of anodizing.

В свете непрерывного развития промышленных мощностей и стремления к инновациям в области гальванического производства ПАО «Машиностроительный завод им. М. И. Калинина» (далее – ПАО «МЗИК») утвердило амбициозные планы. Ключевой момент – завершение строительства передового гальванического цеха к 2030 году, проект, воплощающий аспекты новаторства и эффективности. Основываясь на планах модернизации, неизбежен пересмотр и оптимизация технологических процессов. В частности, наличие новейшего оборудования ставит перед предприятием задачу глобальной реконструкции процессов гальванического производства. Цель этих изменений – обеспечение более высоких стандартов качества для изготавливаемых деталей и компонентов, что в свою очередь предполагает настройку технологии нанесения покрытий с учётом обновлённого оборудования и производственных требований.

Занимаясь разработкой технологий для создания окисных покрытий, научное сообщество постоянно сталкивается с проблемами оптимизации процессов оксидирования алюминия и его сплавов. Адаптация методов

под новые условия производства осложнена тем, что исследователи преимущественно предоставляют конкретные руководства для достижения идеальных параметров процесса, без учёта изменившихся условий эксплуатации. Про-

цессы оксидирования подвержены влиянию множества факторов, и понимание их взаимодействий является ключевым для достижения желаемого качества покрытий. Такое количество переменных требует тщательного анализа

и настройки, чего не учитывают стандартные рекомендации, источником которых становится множество экспериментальных исследований [1–3, 8–21].

В процессе исследования воздействия различных технологических условий на качество АОП на алюминии и его сплавах учёные пришли к выводу о важности точного контроля нескольких ключевых параметров, таких как плотность тока, время анодирования, концентрация кислоты и температура электролита. Эти элементы влияют на баланс между скоростью создания оксидного слоя и его растворением, что позволяет контролировать пористость и толщину оксидного слоя.

В процессе анодирования, при неизменной силе тока, происходит стабильное формирование оксида. Однако в результате джоулевого нагрева в барьерном слое ускоряется эрозия поверхностного покрытия. Из-за тепловыделения внутри пор наблюдается значительное повышение температуры как в электролите, заполняющем поры, так и в самом алюминиевом изделии. С увеличением времени и плотности тока количество генерируемого тепла увеличивается. Это, в свою очередь, приводит к повышению агрессивности электролита в порах АОП, что способствует более быстрому растворению покрытия и увеличению пористости за счёт эрозии стенок пор.

Со временем процесс анодирования приводит к изменениям: изначально постоянная зависимость между временем

Таблица 1. Диаметр и число пор в оксидных покрытиях на алюминии и его сплавах

Материал	Электролит	T, °C	U, В	I, А	Число пор на 1 мкм ² покрытия	Диаметр пор, мкм	Источник данных	
Al	H ₂ SO ₄ (15%)	10	15	–	791	0,012	[1-3, 8]	
			20	–	531			
			30	–	284			
	H ₂ C ₂ O ₄ (2%)	24	20	–	365	0,017		
			40	–	119			
			60	–	59			
	H ₂ CrO ₄ (3%)	29	20	–	222	0,024		
			40	–	83			
			60	–	43			
	H ₃ PO ₄ (3%)	–	–	–	–	0,033		
	Al-Cu (7%)	H ₂ SO ₄ (15%)	–	–	–	0,010-0,013		
	Д16	H ₂ SO ₄ (15%)	–	–	–	0,021		
Al	H ₂ SO ₄ (10%)	Нет информации	25	3	–	0,017	[21]	
				4	–	0,021		
				5	–	0,022		
H ₂ SO ₄ (20%)	–	–	–	4	–	0,030		
AA1050 (99,5% Al)	145 г/л H ₂ SO ₄ + 5 г/л I ₂ (SO ₄) ₃ · 18H ₂ O	17	–	5	–	0,012	[11]	
				15	–	0,012		
				25	–	0,013		
				35	–	0,013		
				45	–	0,015		
				55	–	0,021		

анодирования и увеличением толщины АОП теряет свою линейность. Сначала наблюдается замедление роста толщины АОП, и в конечном итоге, при длительном воздействии, процесс наращивания толщины полностью останавливается. Параллельно с этим происходит увеличение пористости слоя [8].

Для компенсации избыточного тепловыделения в порах и увеличения толщины АОП ключевыми мерами при увеличении плотности тока являются ин-

тенсивное охлаждение и перемешивание электролита в процессе анодирования. Без этих мер скорость растворения АОП в серной кислоте может опережать скорость формирования покрытия, что приведёт к образованию рыхлого осадка с большой пористостью.

Концентрация серной кислоты в сочетании с температурой электролита влияет на степень его агрессивности. Наблюдается, что оптимальная концентрация H₂SO₄ способствует формированию пористого слоя, важного для достижения желаемой толщины АОП. Зависимость толщины АОП от концентрации H₂SO₄ имеет максимум. С другой стороны, повышенное содержание кислоты усиливает её травящее действие, что ведёт к увеличению толщины удаляемого оксидного слоя и расширению пор [8].

Увеличение температуры электролита, усиливая агрессивность серной кислоты, содействует снижению толщины формируемых слоёв и росту пористости, причём в большей мере с увеличением содержания кислоты.

Различными авторами [9, 12, 14–21] изучалось влияние режимов анодирования на объёмное расширение анодного слоя на алюминии и его сплавах. Установлено, что при анодировании алюминия в зависимости от приложенного

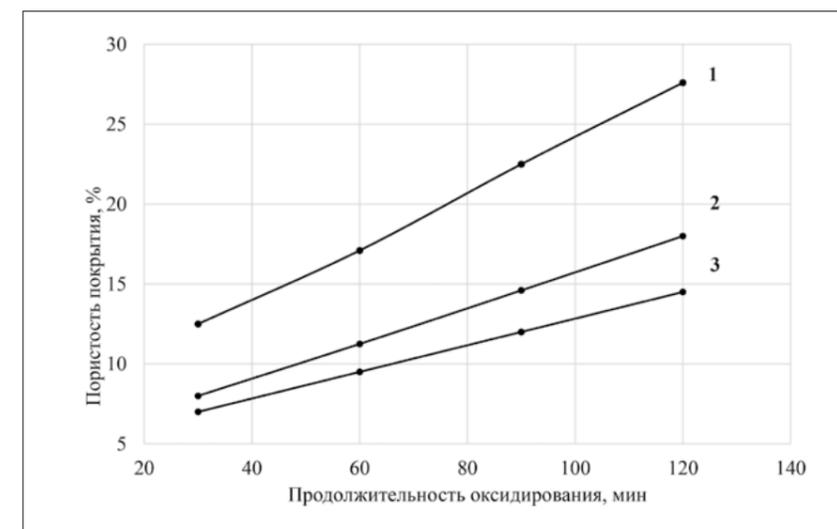


Рис. 1. Пористость покрытий, полученных анодным оксидированием алюминия в сульфатном электролите (концентрация серной кислоты 20%, плотность тока 1 А/дм²) при различных температурах [8]: 1 – 30 °C, 2 – 20 °C, 3 – 15 °C

напряжения, которое варьировалось от 13 до 24 В, объёмное расширение может меняться линейно, диапазоном отношений от 1,35 до 1,63. Авторы указывают, что величина расширения может меняться под влиянием проникновения сульфат-ионов из серной кислоты в структуру оксида при комнатной температуре [14, 19, 20]. Для сплавов с добавками 1% Si и 1% Cu данный показатель колеблется между 1,32 и 2,08. Главное заключение работы [9] касается формулы расчёта плотности пор в оксидной плёнке, которая существенно изменяется с изменением напряжения анодирования по уравнению $N_p = 9,4 \times 10^{10} \exp(-0,042V)$, где N_p – плотность пор, см⁻²; V – напряжение, В.

В общем, количество и размер пор в покрытии зависит от условий оксидирования, природы электролита и чистоты сплава. Чем больше примесей в сплаве, тем больше диаметр пор. Число пор уменьшается с ростом напряжения на ванне и, следовательно, плотности тока. В таблице 1 систематизированы литературные данные [1–3, 8, 11, 21] по диаметру и числу пор в АОП, полученные различными авторами.

Таким образом, в наиболее агрессивном серноокислотном электролите формируются покрытия, содержащие большое количество пор малого размера. Общая пористость АОП составляет: для тонких покрытий ($\delta = 6–20$ мкм) – 5–10%; для толстых покрытий ($\delta = 40–90$ мкм) – от 20% (на чистом алюминии) до 30% (на сплавах) [1].

В работе [11] авторами исследовано влияние напряжения и температуры электролита на пористость АОП на алюминии, полученных в растворе 15% (масс.) серной кислоты в потенциостатическом режиме. Для данных условий авторами получено регрессионное уравнение следующего вида: $1/\alpha = -0,154\sqrt{(U_a \cdot T_a)} + 3,51\sqrt{(U_a)} + 0,005(T_a - 11,83)^2 - 2,28$, где α – пористость АОП, %; U_a – напряжение, В; T_a – температура электролита, °С. Показано, что с ростом температуры электролита происходит увеличение пористости, рост напряжения оказывает противоположное влияние на пористость АОП.

Aerts с соавторами [10] изучали влияние температуры электролита на пористость АОП на техническом алю-

минии AA1050 (99,5% Al). В качестве электролита использовался раствор 145 г/л H₂SO₄ + 5 г/л Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O. Анодирование проводилось в потенциостатическом режиме при напряжении 17В в интервале температур от 5 до 55 °С. Графически показано, что микротвёрдость анодных плёнок постепенно снижалась с повышением температуры электролита, в то время как износостойкость оставалась постоянной при более низких температурах от 5 до 25 °С с последующим снижением износостойкости при повышении температуры электролита выше 25 °С. Уменьшение микротвёрдости с повышением температуры электролита авторы [10] связывают с увеличением пористости во внешней области оксидов, так как скорость снижения микротвёрдости почти пропорциональна скорости увеличения пористости.

В работе [10] виден грамотный подход к выбору электролита для анодирования, поскольку в процессе работы ванны анодирования в электролите всегда присутствует гидратированный сульфат алюминия Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O как результат частичного растворения оксидной пленки, что делает данный состав наиболее приближённым к реальным производственным условиям. Сравнение результатов работы [10] с другими литературными данными показывает, что присутствие сульфата алюминия в электролите при анодировании алюминия оказывает значительное влияние на пористость АОП. Так, значения общей пористости, полученные в работах [10] и [11], при напряжении 17В и температуре электролита 15 °С в электролитах без добавок и с добавкой 5 г/л Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O составляют 10,2 и 6,8% соответственно.

Очевидно, что научные исследователи подчёркивают важность разработки и применения комплексных математических моделей. Эти модели позволяли бы с высокой точностью предсказывать исходы процессов в различных условиях, а также обеспечивать возможность корректировки технологических параметров в соответствии с изменяющимися условиями производства, сведя к минимуму несоответствие практических результатов с теоретическими ожиданиями. Наряду с теоретической важностью практическая значимость таких моделей заключается в возможности

определения оптимальных условий для получения покрытий с заранее заданными характеристиками.

Несмотря на то что моделирование вносит значительный вклад в понимание свойств оксидных покрытий, их реальное применение в промышленности требует дополнительной адаптации. Необходимо разработать более гибкие и устойчивые модели, способные учитывать специфику производственной среды, разнообразие используемых материалов и непостоянство условий эксплуатации. Повышение точности прогнозов и успешная интеграция теоретических исследований в индустриальные процессы – задачи, требующие совместных усилий учёных и инженеров, а также пересмотра и улучшения существующих подходов к моделированию в интересах устойчивого развития современной промышленности.

Применение новаторских подходов в области модельно-ориентированного системного инжиниринга, описанных в работе [4], позволило разработать архитектуру комплексной математической модели. Эта модель предназначена для прогнозирования качественных параметров АОП на алюминии и его сплавах. Благодаря модели стало возможным установить, как изменения в технологическом процессе влияют на конечное качество покрытия.

Детальный анализ выявил, что три технологические характеристики покрытия – его толщина, пористость и микротвёрдость – являются решающими факторами, которые определяют все ключевые свойства АОП, начиная от физико-химических и заканчивая структурными и функциональными. Таким образом, обеспечивая контроль над этими параметрами, можно улучшить и настроить характеристики покрытия по требованиям самых разных промышленных применений.

Настоящая статья является продолжением работ по созданию комплексной математической модели прогнозирования качества (ММПК) анодно-окисных покрытий на алюминии и его сплавах при различных условиях производства.

Поэтому в данном исследовании основное внимание было уделено изучению пористости алюминиевого сплава AMг6 как одному из важнейших

технологических свойств при анодном оксидировании, оказывающего значительное влияние на качество конечного продукта. Основой для аналитического исследования послужили данные, собранные в ходе прямых натурных экспериментов в реальных производственных условиях. Использование среды MATLAB позволило провести математическое моделирование с высокой степенью точности и надёжности.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В рамках исследований данной работы проведена серия промышленных экспериментов на линии анодирования на гальваническом участке ПАО «МЗИК». Детальное изложение методов и методик (размер образцов, способы монтажа, рабочие интервалы технологических параметров процесса анодирования и т.д.) проведения натурных экспериментов опубликовано в работе [5].

В ходе тщательного анализа в работе [4] было определено, что пористость образуемого АОП существенно зависит от ряда операционных параметров. Эти параметры включали в себя плотность тока i_a , продолжительность процесса анодирования τ , температуру электролита T и концентрацию серной кислоты C_k . Научные изыскания обусловили необходимость разработки эмпирических моделей, которые позволили бы предсказывать и регулировать итоговые характеристики АОП, основываясь на упомянутых переменных.

Для измерения толщины покрытий применялся гравиметрический метод, суть которого заключается во взвешивании покрытия до и после процесса анодного оксидирования. Более подробно методика измерения и расчёта толщины АОП представлена в работе [5].

Для оценки значений пористости использовался метод определения маслёмкости АОП, суть которого заключается в определении количества масла, адсорбированного покрытием. Образцы после анодирования, минуя операцию уплотнения, взвешиваются, погружаются в масло, нагретое до 130 °С, и выдерживаются в нём, пока температура не опустится до 20±5 °С [7]. Для испытаний используют масло с кинематической вязкостью (2,5–3,5) × 10⁻⁵ м²/с (в данной работе использовано индустриальное масло И-20А с кинематической вязкостью 3,2 × 10⁻⁵ м²/с). После выдержки в масле образец извлекался, фильтровальной бумагой удалялся избыток масла с поверхности, и образец вновь взвешивался.

Пористость АОП рассчитывали по формуле [7]:

$$\gamma = \frac{10^4 \cdot (m_2 - m_1)}{S \cdot \rho \cdot \delta}, \quad (1)$$

где γ – пористость АОП, %; m_2 – масса образца с покрытием до пропитки в масле, г; m_1 – масса образца с покрытием после пропитки в масле, г; S – площадь поверхности образца, см²; ρ – плотность масла, г/см³; δ – толщина АОП, мкм.

НОТАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Дополнительный аспект работы заключался в применении математического обеспечения MATLAB была проведена обработка полученных экспериментальных данных.

В рамках данного исследования был рассмотрен комплекс переменных, включающий плотность тока i_a , время анодного оксидирования τ , температура электролита T , а также концентрация серной кислоты в электролите C_k . Эти переменные, действующие как независимые факторы, оказывают влияние на ряд важных свойств АОП, в том числе на их пористость γ .

Методика для моделирования упомянутых процессов с применением сре-

ды MATLAB представлена на рис. 2. Это позволило провести количественный анализ эффектов отдельных факторов на пористость анодных покрытий. Для более точного представления взаимосвязей между исследуемыми характеристиками и параметрами анодирования использовался метод наименьших квадратов (МНК).

Для сравнения методом МНК математическая модель строилась в двух видах – стандартной множественной линейной регрессии и множественной линейной регрессии с учётом взаимодействия факторов между собой. Уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$\gamma = b_0 + b_1\tau + b_2i_a + b_3T + b_4C_k + \varepsilon, \quad (2)$$

$$\gamma = b_0 + b_1\tau + b_2i_a + b_3T + b_4C_k + b_{12}\tau i_a + b_{13}\tau T + b_{14}\tau C_k + b_{23}i_a T + b_{24}i_a C_k + b_{34}TC_k + \varepsilon, \quad (3)$$

где γ – пористость АОП, %; b_i – коэффициент регрессионного уравнения; τ – время анодирования, мин.; i_a – анодная плотность тока, А/дм²; T – температура раствора анодирования, °С; C_k – концентрация серной кислоты в ванне анодирования, г/л; ε – остатки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате моделирования пористости получены уравнения регрессии следующего вида:

$$\gamma = -9,053 + 0,110\tau + 1,606i_a + 0,488T + 0,017C_k, \quad (4)$$

$$\gamma = -14,29 + 0,55\tau - 0,129\tau i_a + 0,002\tau T - 0,002\tau C_k + 0,064i_a C_k + 0,002TC_k \quad (5)$$

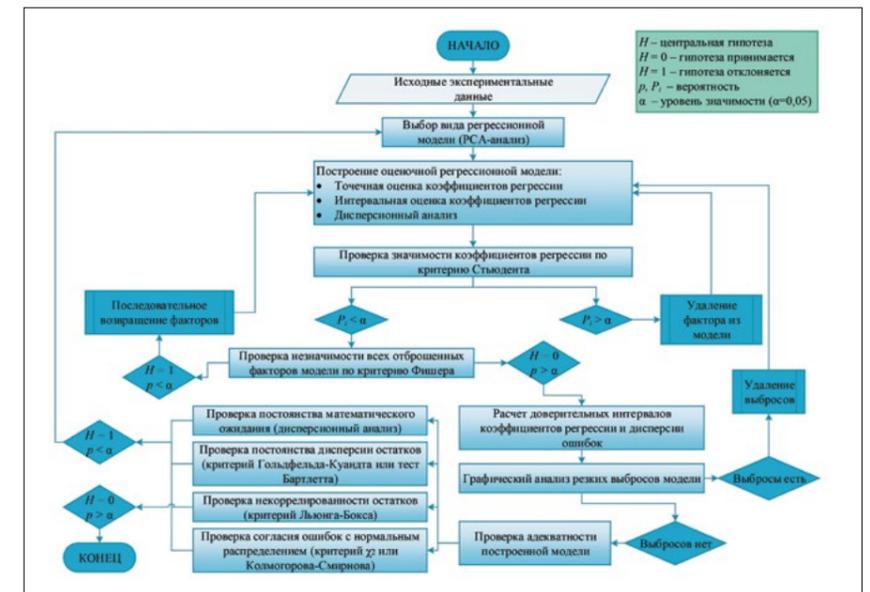


Рис. 2. Схема моделирования пористости сплава AMг6 в среде MATLAB

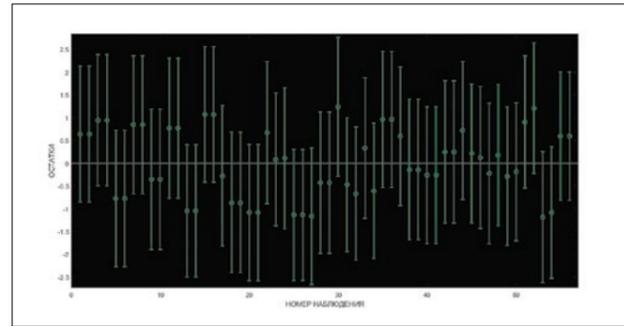


Рис. 3. Графический анализ выбросов в среде MATLAB

Доверительные интервалы факторов уравнений (4)-(5) при заданном уровне надёжности 95% составляют: $\tau = 30 \div 90$ мин, $i_a = 0,5 \div 2,0$ А/дм², $T = 15 \div 23$ °С, $C_k = 180 \div 200$ г/л.

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика уравнений регрессии (4) и (5) зависимости пористости АОП от технологических параметров процесса анодирования.

Как видно из таблицы 2, уравнение (4) по всем статистическим критериям точнее описывает функцию зависимости пористости АОП от технологических параметров процесса анодирования, поэтому дальнейший анализ будет посвящён данному уравнению.

Результирующие параметры дисперсионного анализа регрессионного уравнения (4) представлены в табл. 3.

Таблица 2. Сравнение статистических критериев уравнений регрессии зависимости пористости АОП от технологических параметров процесса анодирования

№ уравнения	R ²	F	Стандартная ошибка
(4)	0,981	673,2	0,784
(5)	0,963	215,3	1,121

Таблица 3. Дисперсионный анализ уравнения регрессии (4)

Коэффициент уравнения (2)	Значение коэффициента	t-статистика	P-значение	Нижняя граница (95%)	Верхняя граница (95%)
b ₀	-9,053	-16,00	1,62×10 ⁻²¹	-10,189	-7,917
b ₁	0,110	24,42	8,27×10 ⁻³⁰	0,101	0,119
b ₂	1,606	20,05	7,66×10 ⁻²⁶	1,445	1,767
b ₃	0,488	24,18	1,32×10 ⁻²⁹	0,448	0,529
b ₄	0,017	6,77	1,26×10 ⁻⁸	0,012	0,023

Таблица 4. Адекватность модели пористости АОП для сплава АМг6

Гипотеза	Инструмент проверки	h*	p**
Постоянство математического ожидания остатков	Дисперсионный анализ	0	0,48÷0,83
Постоянство дисперсии остатков	Тест Бартлетта	0	0,73
Некоррелированность остатков	Критерий Льюнга-Бокса	0	0,05÷0,08
Согласие остатков с нормальным распределением	Критерий Колмогорова-Смирнова	0	0,39

*h – центральная гипотеза (h = 0 – гипотеза принимается, h = 1 – гипотеза отклоняется), **p – вероятность

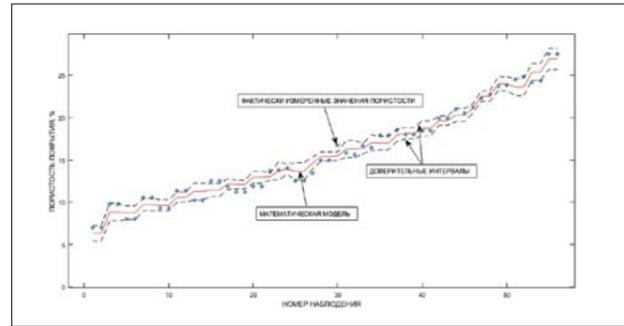


Рис. 4. Графическая интерпретация модели пористости АОП в среде MATLAB

Из таблицы 3 видно, что поскольку P – значение всех коэффициентов регрессии меньше $\alpha = 0,05$, то коэффициенты уравнения регрессии (4) значимы. Графический анализ резких выбросов в среде MATLAB показан на рис. 3, где видно отсутствие резких выбросов из модели.

Дальнейший анализ на адекватность регрессионной модели подразумевает проверку выполнения условий Гаусса – Маркова [6].

Результаты проверки регрессионной модели на адекватность представлены в табл. 4.

Данные таблицы 4 позволяют сделать вывод, что построенную регрессионную модель зависимости пористости АОП на алюминиевом сплаве АМг6 в зависимости от технологических па-

раметров анодирования можно считать адекватной.

На рисунке 4 представлена графическая интерпретация полученной регрессионной модели пористости АОП на АМг6 в среде MATLAB.

В работе [13] представлены результаты измерения пористости АОП на алюминии и его сплавах. Покрываются толщиной 25 мкм при технологических режимах: электролит – 180 г/л H₂SO₄, T = 20 °С и плотность тока 1,5 А/дм². Для сплава Al-Si-Mg, наиболее близкого по составу к сплаву АМг6, получено значение пористости 13%.

Для сплава АМг6 автором данной работы получено регрессионное уравнение зависимости толщины АОП от технологических параметров процесса анодирования в работе [5]. Расчёт по данной модели показал, что необходимое время анодирования для достижения толщины АОП $\delta = 25$ мкм составляет 70 минут. Следовательно, по уравнению (4) пористость АОП для условий ведения процесса анодирования работы [13] составит 13,87%, что достаточно хорошо согласуется с полученными результатами [13].

Полученная математическая модель не только обогащает теоретическую базу анодного окисления алюминиевых сплавов, но и проливает свет на практическое применение этих знаний. Разработанная модель для прогнозирования пористости АОП может быть использована для оптимизации технологических процессов, что, в свою очередь, приведёт к повышению качества изготавливаемой продукции в машиностроении и других отраслях промышленности, где применяются детали из алюминиевых сплавов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Промышленность постоянно сталкивается с задачами повышения эффективности

и сокращения издержек, в частности в области нанесения покрытий. Затраты на разработку и эксплуатацию покрытий могут стать чрезмерными без внедрения передовых технологических решений. В связи с этим актуализируется необходимость внедрения продвинутых методов оптимизации, таких как комплексная математическая модель прогнозирования качества покрытий. Оптимизация производственных процессов через ММПК становится ключом к эффективному решению серии проблем в сфере гальванотехники и обработки материалов.

Сложность выбора оптимальных режимов при нанесении покрытий в промышленных масштабах обусловлена рядом ограничений и непостоянством производственных условий. По этой причине применение ММПК обеспечит не только улучшение качества готовой продукции, но и значительное сокращение расходов на этапах подготовки и ввода в эксплуатацию новых изделий. Эффективное использование ресурсов и минимизация отходов являются очевидными преимуществами такого подхода.

Разработка и применение ММПК, составной частью которой является математическая модель прогнозирования пористости АОП на алюминиевом сплаве АМг6, в промышленности открывает новые возможности для предприятий в стремлении к постоянному повышению качества продукции и экономической эффективности. Определяя управление ключевыми параметрами процесса нанесения покрытий и прогнозируя их эффективность, ММПК становится инструментом, способным революционизировать отрасль и установить новые стандарты производства.

В заключение акцентируется внимание на значимости дальнейшего изучения взаимодействия между технологическими параметрами и свойствами АОП, что позволит усовершенствовать процессы получения анодно-окисленных покрытий и увеличить их применение в разнообразных инженерных и промышленных областях.

Кроме того, данное исследование открывает новые перспективы для повышения эффективности применения алюминиевых сплавов в промышленности и может служить отправной точкой для дальнейших изысканий в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов, Е. Е. Справочник по анодированию. – М.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
2. Гальванотехника : справочник / Под ред. Гинберга А. М. – М.: Metallurgia, 1987. – 736 с.
3. Дасоян, М. А., Пальмская, И. А., Сахарова, Е. В. Технология электрохимических покрытий. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.
4. Ефремов, А. Н. Архитектура математической модели прогнозирования качества анодно-окисных покрытий на алюминии и его сплавах // Евразийский союз учёных. Серия: технические и физико-математические науки, 2022. Т. 1. № 10 (103). – С. 6–13. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2022.1.103.1730.
5. Ефремов, А. Н. Математическая модель прогнозирования толщины анодно-окисного покрытия на алюминиевом сплаве АМг6 // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей». 2023. № 2. – С. 66–80. DOI:10.38013/2542-0542-2023-2-66-80.
6. Кеткина, О. С. Возможности MS EXCEL для регрессионного анализа [Электронный ресурс] / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина (УрФУ), 2020. – 43 с. – URL: https://study.urfu.ru/Aid/Publication/14132//1/ЭОР-Кеткина%20О.С._%202020.pdf (дата обращения: 30.03.2024).
7. ПИ 1.2.616-2003. Серноокислотное анодное окисление алюминиевых сплавов : производственная инструкция : дата введения 01.10.79 / разработана ФГУП ВИАМ. – 50 с.
8. Скопинцев, В. Д. Окисление алюминия и его сплавов. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015. – 120 с.
9. Abd-Elnaiem, A. M., Mebed, A. M., Gaber, A., Abdel-Rahim, M. A. Effect of the anodization parameters on the volume expansion of anodized aluminum films // International journal of electrochemical science. 2013. vol. 8. № 8. – P. 10515–10525.
10. Aerts, T., Dimogerontakis, Th., De Graeve, I., Franssaer, J., Terryn, H. Influence of the anodizing temperature on the porosity and the mechanical properties of the porous anodic oxide film // Surface & Coatings Technology, 2007, vol. 201. – P. 7310–7317. – DOI:10.1016/j.surfcoat.2007.01.044.
11. Debuyck, F., Moors, M., Van Peteghem, A. P. The influence of the anodization temperature and voltage on the porosity of the anodization layer on aluminium // Materials Chemistry and Physics, 1993. vol. 36. – P. 146–149.
12. Dervishi, E., McBride, M., Edwards, R., Gutierrez, M. et al. Mechanical and tribological properties of anodic Al coatings as a function of anodizing conditions // Surface and coatings technology. 2022. vol. 444. – article 128652.
13. Feliu, S. Jr., Bartolomé, M. J., González, J. A., López, V., Feliu, S. Passivating oxide film and growing characteristics of anodic coatings on aluminium alloys // Applied Surface Science, 2008. vol. 254. № 9. – P. 2755–2762. DOI: 10.1016/j.apsusc.2007.10.015.
14. Li, A. P., Müller, F., Birner, A., Nielsch, K., Gösele, U. Hexagonal pore arrays with a 50–420 nm interpore distance formed by self-organization in anodic alumina // Journal of Applied Physics, 1998. vol. 84. – P. 6023–6026.
15. Patermarakis, G. The multimodal dependence of anodic alumina film porous nanostructure on anodizing potential // Current topics in electrochemistry, 2020. vol. 22. – P. 1–17.
16. Patermarakis, G., Plytas, J. A novel theory interpreting the extremes of current during potentiostatic anodizing of Al and the mechanisms of normal and abnormal growth of porous anodic alumina films // Journal of electroanalytical chemistry, 2016. vol. 769. – P. 97–117.
17. Patermarakis, G., Triantis, T. M. Transformation of porous nanostructure and self-ordering of anodic alumina films during potentiostatic anodizing of aluminium // Current topics in electrochemistry, 2019. vol. 21. – P. 21–39.
18. Poznyak, A. A., Pligovka, A., Laryn, T., Salerno, M. Porous alumina films fabricated by reduced temperature sulfuric acid anodizing : morphology, composition and volumetric growth // Materials, 2021. vol. 14. № 4. – P. 1–16.
19. Vrublevsky, I., Parkoun, V., Schreckenbach, J., Marx, G. Effect of the current density on the volume expansion of the deposited thin films of aluminum during porous oxide formation // Applied Surface Science, 2003. vol. 220. № 1–4. – P. 51–59.
20. Vrublevsky, I., Parkoun, V., Sokol, V., Schreckenbach, J., Marx, G. The study of the volume expansion of aluminum during porous oxide formation at galvanostatic regime // Applied Surface Science, 2004. vol. 222. № 1–4. – P. 215–225.
21. Zulaida, Y. M., Ramadhanissa, A. H., Dwiyantri, Y. The influence of electric current and electrolyte solution on porous characteristics of aluminum anodizing // Journal of Physics: Conference Series, 2019. vol. 1376. № 012036. DOI: 10.1088/1742-6596/1376/1/012036.

УДК 625.041.1

РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОПОРНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДОРОЖНЫХ НАСЫПЕЙ

CALCULATION AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF SOME CHARACTERISTICS OF SOILS OF SUPPORTING SURFACES OF ROAD EMBARKS



Фомин Кирилл Игоревич,
аспирант Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Fomin Kirill Igorevich,
Postgraduate student of St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

АННОТАЦИЯ. Характерными условиями применения транспортных средств, используемых в звене развоза насыпных грузов в рамках строительной площадки, являются преодоление естественных и искусственных препятствий на неподготовленной местности, маневрирование в ограниченном пространстве, а также движение по предварительно уплотнённым деформируемым грунтам.

Описанные условия движения часто требуют применения блокировки межосевых дифференциалов с целью повышения опорной и профильной проходимости автомобиля. Это приводит к возникновению в заблокированных контурах трансмиссий многоприводных машин циркулирующих моментов, дополнительно догружающих оси транспортного средства, что может приводить к различным поломкам прочностного характера.

Оценка величины возникающего момента невозможна без определения ряда ключевых параметров деформируемого грунта, по которому осуществляется движение.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению удельного сопротивления грунта вдавливанию как исходного параметра, необходимого для расчёта величины циркулирующих моментов в заблокированном контуре трансмиссии автомобиля.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: деформируемый грунт, радиус качения колеса, тангенциальная эластичность, заблокированный привод колёс, циркулирующий момент.

ANNOTATION. Typical conditions for the use of vehicles, which used in the distribution of bulk cargo within a construction site are overcoming natural and artificial obstacles in unprepared terrain, maneuvering in confined spaces, as well as driving on pre-compacted deformable soils.

The driving conditions described above often require the use of center differential locks in order to increase the vehicle's support and profile cross-country ability. This leads to the appearance of circulating torques in the blocked transmission circuits of multi-drive vehicles, which additionally load the axles of the vehicle, which can potentially lead to various types of strength failures.

It is impossible to estimate the value of the arising moment when determining the key parameters of the deformable ground on which the movement is carried out.

The article presents the results of experimental studies to determine the specific resistance of soil to indentation, as an initial parameter necessary for calculating the magnitude of circulating torques in a blocked vehicle transmission circuit.

KEYWORDS: deformable soil, wheel rolling radius, tangential elasticity, locked wheel drive, circulating torque.

Уравнение для определения циркулирующего момента в заблокированном контуре трансмиссии многоприводной колёсной машины для общего случая её движения (с различными радиусами траекторий движения осей, различными радиусами качения колёс и различной их тангенциальной эластичностью) было предложено П. В. Аксёновым и А. С. Поляковым и имеет вид [3, 8]:

$$\Delta M_{1i} = \frac{2 \cdot r_{koi} \cdot \left(\frac{R_i - r_{koi}}{R_i} \right)}{\gamma_{npi} \cdot \left(\frac{R_i + \gamma_{npi}}{R_i} \right)} - M_{\Sigma i} \cdot \frac{R_i - \gamma_{npi}}{R_i + \gamma_{npi}} \quad (1)$$

где R_1, R_i – радиусы траекторий движения 1-го и i -го колёс, м; r_{koi}, r_{koi} – радиусы качения в ведомом режиме 1-го и i -го колёс, м; $\gamma_{npi}, \gamma_{npi}$ – приведённая тангенциальная эластичность шины и грунта 1-го и i -го колёс, 1/Н.

Для случая преодоления препятствий различного геометрического профиля оно преобразуется к виду:

$$\Delta M_{1i} = \frac{2 \cdot r_{koi} \cdot \left(\frac{S_i - r_{koi}}{S_i} \right)}{\gamma_{npi} \cdot \left(\frac{S_i + \gamma_{npi}}{S_i} \right)} - M_{\Sigma i} \cdot \frac{S_i - \gamma_{npi}}{S_i + \gamma_{npi}} \quad (2)$$

где S_1, S_i – протяжённость путей колёс контура для траекторий движения 1-го и i -го колеса, м.

При движении по твёрдым опорным поверхностям расчётное определение значений R, r_{ko} , и S в условиях введения ряда обоснованных допущений не представляет сложности, а значение γ_{np} определяется в случае принятия абсолютной жёсткости опорной поверхности исключительно тангенциальной эластичностью шины $\gamma_{ш}$. Значения $\gamma_{ш}$ могут быть выбраны из справочной литературы. Для случая движения по деформируемому грунту $\gamma_{ш}$ и r_{ko} определяются экспериментально, однако современные научные наработки в области взаимодействия эластичного колеса с деформируемым грунтом позволяют проводить их расчётное определение.

Научным исследованиям в области взаимодействия деформируемого колеса с деформируемым грунтом посвящено большое количество трудов. Среди основных научных направлений в данной области стоит выделить два ключевых, которые можно назвать «школами». Наиболее ярким представителем первой из школ является профессор Ю. В. Пирковский, рассматривавший вопрос взаимодействия колеса с деформируемым, однородным по глубине грунтовым основанием [6]. Основателем второй школы является профессор Я. С. Агейкин, рассматривавший взаимодействие колеса с неоднородными по глубине, слоистыми грунтами [1, 2].

Рассматривая движение транспортных средств по строительной площад-

ке, в частности на объектах линейного дорожного строительства, стоит отметить тот факт, что несмотря на слоистый характер насыпи, толщина отдельного взятого слоя может быть в достаточной степени велика. Так, толщина песчаной подушки дорожной насыпи, возводимой в сложных инженерно-геологических условиях, согласно СНиП III – 40–78, может составлять до 1,2 метра. В таких условиях целесообразно придерживаться подхода, предложенного Ю. В. Пирковским, и рассматривать взаимодействие колеса с однородным по глубине деформируемым основанием. В основе предлагаемого им подхода лежит зависимость, предложенная в 1929 году профессором М. Н. Летошневым [5]

$$q = c \cdot h^\mu, \quad (3)$$

где q – удельное давление колеса на грунт кг/см²; c – удельное сопротивление вдавливанию поверхностного слоя деформируемого опорного основания; h – глубина вдавливания грунта, см; μ – степенной коэффициент, характеризующий изменение сопротивления грунта вдавливанию по глубине.

В исследованиях М. П. Чистова [10] модель Ю. В. Пирковского доработана выделением двух зон контакта колеса с опорной поверхностью – плоской и криволинейной, что позволяет рассчитывать не эквивалентный радиус качения условно жёсткого колеса, а реальный радиус качения деформированного колеса в ведомом режиме. Величина приведённой тангенциальной эластичности шины определяется как сумма тангенциальной эластичности грунта и непосредственно шины

$$\gamma_{np} = \gamma_{ш} + \gamma_{gp}, \quad (4)$$

где $\gamma_{ш}$ – тангенциальная эластичность шины, 1/Н; γ_{gp} – тангенциальная эластичность грунта, 1/Н.

Как отмечалось выше, определение тангенциальной эластичности шины не представляет особых затруднений, более того, по данной характеристике накоплена достаточно обширная база экспериментально полученных данных, чего нельзя сказать о тангенциальной эластичности грунта.

При этом, согласно [4], величина $\gamma_{ш}$ определяется по зависимости

$$\gamma = \frac{r_{ko} - r_{kc}}{M_{kc}}, \quad (5)$$

где r_{kc} – радиус качения колеса по деформируемому грунту в свободном ре-

жиме, м; M_{kc} – крутящий момент, подводимый к колесу при его движении в свободном режиме, Н*м.

В свою очередь, определение радиуса качения колеса в ведомом режиме на деформируемой опорной поверхности является более сложной научной задачей. Так, для случая движения на шинах постоянного давления его величина определяется из выражения:

$$r_{ko} = \delta_{max} \cdot (r_o - z_{шc}) \cdot L_n \sqrt{\frac{0,97 \cdot P_{foc} - 1,97 \cdot P_{\phi max}}{2,97 \cdot P_{foc} - 1,97 \cdot P_{\phi max}}} + r_{kc} - z_{шc}, \quad (6)$$

где r_o – свободный радиус колеса, м; $z_{шc}$ – деформация в шине при качении колеса в ведомом режиме, м; δ_{max} – коэффициент буксования; $P_{\phi max}$ – величина силы тяги по сцеплению, Н; P_{foc} – сопротивление качению колеса в свободном режиме, Н.

Нахождение величины силы тяги по сцеплению не представляет особых трудностей и определяется характеристиками опорной поверхности и транспортного средства, в то время как величина сопротивления качению находится в прямой зависимости от ряда специфических параметров грунта и описывается выражением:

$$P_{foc} = C \cdot B_{ш} \cdot 10^{k \cdot \mu} \cdot r_o^{\mu(1-n)} \cdot \left[1 - \frac{\mu}{n+1} + \frac{\mu \cdot (\mu+1)}{2 \cdot (2 \cdot n+1)} \right] \cdot \left[(H_{kc} + z_{шc})^{n\mu+1} - z_{шc}^{n\mu+1} \right], \quad (7)$$

где c – удельное сопротивление вдавливанию поверхностного слоя деформируемого опорного основания, Па; $B_{ш}$ – ширина профиля шины, м; k и n – коэффициенты, определяющие траектории точки обода колеса при смятии им грунта; μ – степенной коэффициент, характеризующий изменение сопротивления грунта вдавливанию по глубине; H_{kc} – глубина колеи при качении колеса в свободном режиме, м.

Величину колеи можно определить из выражения:

$$H_{kc} = \left(\frac{C_{ш} \cdot z_{шc}}{C \cdot B_{ш} \cdot 10^{k \cdot \mu} \cdot r_o^{\mu(1-n)} \cdot L_n} \right)^{\frac{1}{n\mu}}, \quad (8)$$

где $C_{ш}$ – радиальная жёсткость шины, Н/м; L_n – приведённая длина плоской зоны контакта шины с деформируемой опорной поверхностью, м.

Для определения величины бошинства составляющих математических зависимостей (1)...(8) существует ряд достаточно известных расчётных подходов либо имеется обширная экспериментальная база. Наибольшую трудность представляет нахождение величины

удельного сопротивления вдавливанию поверхностного слоя деформируемого опорного основания, содержащаяся в выражениях (7) и (8).

В соответствии с этим целью экспериментальной части исследования являлось определение наиболее характерного диапазона величины удельного сопротивления грунта вдавливанию предварительно уплотнённого деформируемого основания (песка) тела дорожной насыпи.

МЕТОД И ЗАДАЧИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Метод исследования – экспериментальное исследование с применением специализированного оборудования для контроля физико-механических свойств грунта в возводимой дорожной насыпи

Задачи исследования

1. Провести экспериментальные исследования по определению физико-механических свойств грунтов с низкой несущей способностью, необходимых для моделирования процесса качения деформируемого колеса по деформируемому грунту.

2. Выделить характерные диапазоны удельного сопротивления грунта вдавливанию и провести вероятностную оценку их проявления.

Методика проведения эксперимента и инструментарий

Экспериментальные исследования проводились в два этапа:

- первый этап – полевые испытания, целью которых было сопоставить величины удельного сопротивления грунта вдавливанию и коэффициента уплотнения дорожной насыпи,
- второй этап – лабораторные испытания, целью которых было уточнить корректность значений удельного сопротивления грунта вдавливанию, полученных в ходе полевых испытаний.

Инструментальное обеспечение исследования:

- плотномер динамический Д-51 – для определения коэффициента уплотнения тела дорожной насыпи;
- динамометр сжатия-растяжения «МЕГЕОН 04200» – для определения величины удельного сопротивления грунта вдавливанию;

- пресс ручной и пресс-форма;
- линейка измерительная, штангенциркуль.

Определение коэффициента уплотнения грунта

Измерение коэффициента уплотнения грунта проводилось в полевых условиях, согласно инструкции, приложенной в паспорте изделия «Плотномер динамический Д-51». На выровненное место дорожной насыпи, перпендикулярно исследуемой поверхности, устанавливался динамический плотномер. Ударами гири осуществлялось погружение плотномера на глубину 20 см, количество ударов по гире при этом не учитывалось. Контроль погружения осуществлялся по рискам на стержне пенетрометра. После погружения до контрольной точки (глубина 20 см) осуществлялось дальнейшее забивание плотномера в грунт ударами гири на глубину 10 см, при этом проводился счёт числа ударов. На одном месте проводилось не менее трёх пенетраций, расстояние между точками зондирования составляло не менее 30 см. Осреднённое до целых значение количества ударов отмечалось в журнале. Коэффициент уплотнения грунта $K_{упл}$ устанавливался по графику (рис. 1).

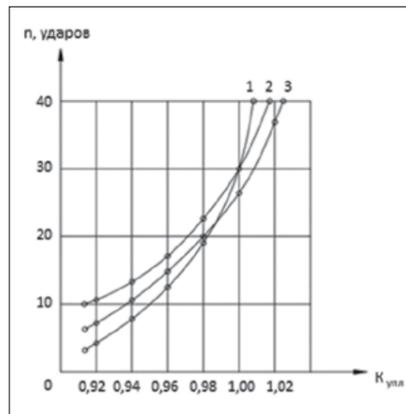


Рис. 1. Зависимость величины коэффициента уплотнения от количества ударов: а – для песка: 1 – песок крупный и средний, 2 – песок пылеватый, 3 – песок мелкий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ГРУНТА ВДАВЛИВАНИЮ

Для проведения измерений удельного сопротивления грунта вдавливанию на шток динамометра наворачивался металлический удлинитель, после чего устанавливался необходимый наконечник. В контексте исследования для оцен-

ки величины удельного сопротивления вдавливанию использовался плоский штамп с площадью сечения 1,6 см².

С помощью штангенциркуля от края наконечника отмерялась необходимая глубина погружения и помечалась маркером. Нижний край отметки соответствовал необходимой глубине погружения. Общий вид прибора и контрольная отметка изображены на рис. 2.

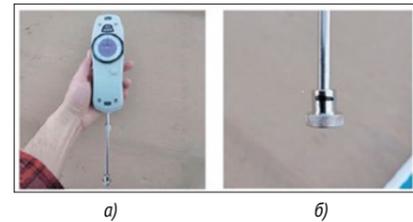


Рис. 2. Динамометр «МЕГЕОН 04200»: а – в собранном состоянии, б – контрольная отметка

Динамометр переводился в положение фиксации пиковых нагрузок и устанавливался перпендикулярно исследуемой поверхности. Осуществлялось вдавливание динамометра в исследуемую поверхность, а стрелка динамометра фиксировала пиковую приложенную нагрузку (рис. 3).

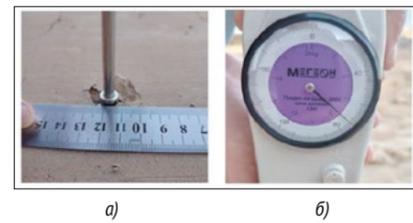


Рис. 3. Проведение измерений: а – погружение штока до контрольной отметки, б – вывод показаний

Удельное сопротивление грунта вдавливанию C определялось из величины прилагаемого усилия вдавливания и площади штампа, по зависимости

$$C = \frac{F}{S}, \quad (9)$$

где F – максимальное прилагаемое усилие, Н; S – площадь штампа, м².

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Проба грунта, отобранная с места проведения полевых испытаний, помещалась в пресс-форму, где осуществлялось её уплотнение. Ввиду невозможности оценки коэффициента уплотнения в пресс-форме плотномером по вышеописанной методике, а также руководствуясь понятием, что коэффициент уплотнения есть соотношение текущей

плотности грунта к его предельной плотности, уплотнение пробы осуществлялось до состояния, когда на исследуемой поверхности не оставалось следов уплотнения от пресса (предельная степень уплотнения).

Измерение удельного сопротивления грунта вдавливанию осуществлялось по методике, описанной выше.

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

В качестве места проведения полевых испытаний был выбран участок дорожного строительства автомобильной дороги в объезд г. Мурино в Ленинградской области. Общий план строительства и место проведения замеров изображены на рис. 4.

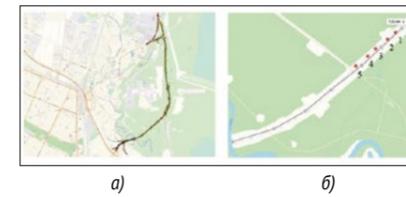


Рис. 4: а – общий план строительства, б – участок замеров

Результаты полевых испытаний приведены в табл. 1. Оценка величины коэффициента уплотнения осуществлялась по кривой 3 рис. 1 (мелкий песок).

По результатам замеров в пяти точках осреднённое количество ударов составило от 26 до 31. В соответствии с этим коэффициент уплотнения находится в диапазоне от 0,98 до 1. Показания динамометра составили от 72 до 76 Н, что соответствует величине удельного сопротивления вдавливанию (4,50...4,75)·10⁵ Па.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Количество измерений в лабораторных условиях составило 40 замеров. Результаты измерений приведены в табл. 2.

С целью определения закона распределения показателей удельного сопротивления вдавливанию поле значений было разделено на 7 диапазонов наиболее характерных значений [9]: 70Н – 72Н, 73Н – 75Н, 76Н – 78Н, 79Н – 81Н, 82Н – 84Н, 85Н – 87Н, 88Н – 90Н. Количество повторений, приходящихся на каждый диапазон, приведено в табл. 3.

Таблица 1. Количество ударов плотномера до нормативного погружения в песок

Обозначение точки на карте	Количество ударов	Степень уплотнения	Показание динамометра, Н	Величина сопротивления вдавливанию, Па
1	31	1	74	4,63·10 ⁵
2	30	1	72	4,50·10 ⁵
3	27	0,98	76	4,75·10 ⁵
4	28	1	76	4,75·10 ⁵
5	26	0,98	73	4,56·10 ⁵

Таблица 2. Результаты измерений

№ измерения	1	2	3	4	5	6	7	8
Показания динамометра, Н	81	74	76	83	72	72	70	87
№ измерения	9	10	11	12	13	14	15	16
Показания динамометра, Н	72	75	72	88	81	73	74	82
№ измерения	17	18	19	20	21	22	23	24
Показания динамометра, Н	70	70	82	72	80	80	85	76
№ измерения	25	26	27	28	29	30	31	32
Показания динамометра, Н	90	79	76	83	72	76	71	76
№ измерения	33	34	35	36	37	38	39	40
Показания динамометра, Н	73	78	73	82	74	73	70	81

Таблица 3. Количество повторений, приходящихся на диапазон

Диапазон, Н	70-72	73-75	76-78	79-81	82-84	85-87	88-90
Сопротивление вдавливанию, кПа	437-450	456-468	475-487	494-505	513-525	531-544	550-563
Кол-во значений	11	8	6	6	5	2	2

Вероятность попадания в заданный диапазон оценивалась по зависимости [7]:

$$P(n) = \frac{n}{N}, \quad (10)$$

где n – заданное число событий; N – общее число измерений.

Величина вероятности приведена в графическом виде на рис. 5.

Согласно результатам лабораторных испытаний, величина удельного сопротивления грунта вдавливанию для

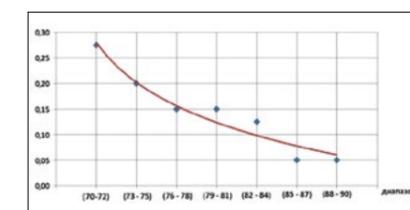


Рис. 5. Распределение вероятности для каждого из заданных диапазонов усилий вдавливания

значений коэффициента уплотнения, приближённого к единице, составляет (4,37...5,63)·10⁵ Па.

Наиболее представительным диапазоном является (4,37...4,87)·10⁵ Па. Он охватывает 62,5% всех представленных значений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ известных подходов к расчётному определению уровня нагружения силового привода многоосных машин циркулирующими моментами позволил разработать на их основе зависимости для расчётного определения приведённой тангенциальной эластичности шины и грунта.

В экспериментальной части исследования были получены значения

удельного сопротивления грунта вдавливанью, которые необходимо иметь для расчётной оценки $\gamma_{ш}$ и $r_{кв}$. Согласно результатам полевых испытаний, величина удельного сопротивления грунта вдавливанью на уплотнённой песчаной опорной поверхности дорожной насыпи составляет $(4,50...4,75) \cdot 10^5$ Па. Согласно результатам лабораторных испытаний, диапазон значений величины удельного сопротивления вдавливанью при сопоставимом коэффициенте уплотнения несколько шире и составляет $(4,37...5,63) \cdot 10^5$ Па. Разница между пиковым значением, полученным в рамках строительной площадки, и искусственным физическим моделированием составляет 18,5%. Указанное расхождение может объясняться тем, что при уплотнении в искусственных условиях (в пресс-форме) распределение частиц грунта по глубине происходит более равномерно, в результате чего достигается более однородное состояние и более значительная по величине степень уплотнения по всей толще материала, что маловероятно в условиях дорожной насыпи.

Вероятностная оценка показала, что наиболее представительным диапазоном значений удельного сопротивления вдавливанью является $(4,37...4,87) \cdot 10^5$ Па, в то время как минимальное значение

указанной величины, полученное в рамках полевых испытаний, составило $4,5 \cdot 10^5$ Па. Учитывая, что данное значение является граничным для полевых испытаний, а также лежит в середине диапазона лабораторных испытаний, целесообразно принять его в качестве исходного для определения величины момента, циркулирующего в замкнутом контуре трансмиссии транспортного средства, при его движении по предварительно уплотнённой слабонесущей поверхности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Агейкин, Я. С., Вольская, Н. С.** Моделирование движения автомобиля по мягким грунтам: проблемы и решения // Автомобильная промышленность. – 2004. – № 10. – С. 24–25.
2. **Агейкин, Я. С.** Проходимость автомобилей / Я. С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1981. – 232 с.
3. **Аксёнов, П. В., Поляков, А. С.** Анализ схем силовой передачи автомобилей высокой проходимости // Автомобильная промышленность. – 1968. – № 10. – С. 11–15.
4. **Добромиров, В. Н.** Прогнозирование номенклатуры и обоснование специальных свойств автомобильных базовых шасси вооружения и военной техники. Дис. ... д-ра тех. наук :

05.05.03. – Бронницы: 21 НИИИ АТ МОРФ, 1999. – 392 с.

5. **Летошнев, М. Н.** Взаимодействие конной повозки и дороги // НКПС. – М-Л., 1929. – 127 с.
6. **Пирковский, Ю. В., Шухман, С. Б.** Теория движения полноприводного автомобиля (прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси). – М.: Юнити-Дана, 2001. – 230 с.
7. **Плескунов, М. А.** Теория вероятностей : справочник / М. А. Плескунов, Л. В. Корчёмкина. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 136 с.
8. **Поляков, А. С.** Исследование распределения мощности в трансмиссиях четырёхосных автомобилей: дис. ... на соиск. ст. канд. техн. наук: 05.05.03. МАМИ, 1969. – 184 с.
9. **Розенцвайг, А. К., Исавнин, А. Г.** Статистика. Сводка и группировка данных статистического наблюдения : учебно-методическое пособие / Розенцвайг А. К., Исавнин А. Г. – Набережные Челны : изд-во Набережночелнинского института КФУ, 2019. – 29 с.
10. **Чистов, М. П.** Исследование сопротивления качению при движении полноприводного автомобиля по деформируемому грунту. Дис. ... канд. техн. наук : 05.05.03. – М., вч 63539, МВТУ, 1971. – 140 с. **РИ**

РАЗРАБОТКИ

ВЕЗДЕХОД НА ВОДОРОДЕ

Инженеры Московского физико-технического института (МФТИ) сконструировали модель вездехода «Русак К-10» с гибридной силовой установкой на водороде.

Созданием действующего образца – вездехода на колёсах – занимались специалисты сразу трёх коллективов. Это компании «Вездеходы для севера» из Нижегородской области, питерская «Кубо» и подмосковная «Гидроджен Энерджи». Как уточняется, на борту машины, которая будет использоваться как мобильная база в северных районах, установлен водородный топливный элемент, выдающий мощность порядка 120 кВт, а сам водород размещён в шести баллонах совместной ёмкостью 1200 литров и давлением около 350 бар.

Такая водородная система обеспечивает питанием тяговые Li-Ion аккумуляторы ёмкостью свыше 120 кВт·ч, а они, в свою очередь, отвечают за обеспечение энергией синхронных электродвигателей на 180 кВт.



Разработчики утверждают, что пятиосный вездеход «Русак К-10», имеющий собственный вес 12,5 тонны, вполне может двигаться со скоростью до 60 км/ч, имея на борту восемь человек и полезный груз массой до 2,5 тонны. В крейсерском режиме при движении по зимнику вездеход способен проходить до 500 км без необходимости дозаправки. **РИ**

ЛУЧШАЯ
ВЫСТАВКА
РОССИИ*

21–24.10.2024

www.chemistry-expo.ru

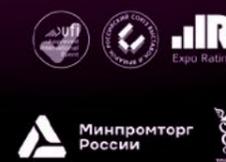


27-я международная
выставка химической
промышленности
и науки

ХИМИЯ
KHEMIA



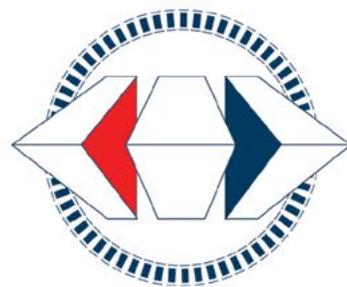
12+ Реклама
При поддержке:
• Министерства промышленности и торговли РФ
• Российского Союза химиков
• ОАО «НИИТЭХИМ»
• Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова
• РХТУ им. Д.И. Менделеева
Под патронатом ТПП РФ



Россия, Москва, ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

65 ЭКСПОЦЕНТР
Организатор

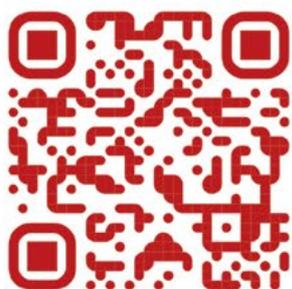
26–28 НОЯБРЯ 2024



РОССИЙСКИЙ ПРОМЫШЛЕННИК

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ-ВЫСТАВКА

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ПОЛИТИКА:
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ
И КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ,
МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО
ДЕМОНСТРАЦИЯ ПЕРЕДОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ
КОММУНИКАЦИОННАЯ ПЛОЩАДКА
РАЗВИТИЯ ДЕЛОВЫХ СВЯЗЕЙ,
ПРЯМОГО КОНТАКТА
С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ
ПАРТНЁРАМИ**



**ПРИНЯТЬ
УЧАСТИЕ**

СООРГАНИЗАТОРЫ:



**МИНПРОМТОРГ
РОССИИ**



ПРАВИТЕЛЬСТВО
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ОПЕРАТОР ФОРУМА:



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ | КВЦ «ЭКСПОФОРУМ»
PROMEXPO.EXPOFORUM.RU