



# Броня крепка

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Уникальный по своим научно-техническим разработкам и потенциалу НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей» — крупнейший материаловедческий центр России, базовая организация по созданию материалов и технологий для гражданского судостроения и объектов морской техники. Сегодня диапазон его деятельности значительно шире только морской тематики. Об этом — наш разговор с генеральным директором института доктором технических наук, профессором, лауреатом премии Правительства РФ в области науки и техники **Алексеем Сергеевичем Орыщенко**.

— **Алексей Сергеевич, что самое важное было сделано в «Прометее» за эти годы? Чем можно гордиться?**

— Гордиться можно многим. Думаю, в первую очередь потому, что «Прометей» с самого начала везло на руководителей. Первый наш директор А.С. Завьялов — выходец с Ижорских заводов, где он работал начальником лаборатории по созданию танковой брони. Было предвоенное время, он прекрасно понимал, что сегодня в стране такой брони нет, хотя она совершенно необходима. И написал об этом письмо И.В. Сталину, в котором было сказано, что «сегодня имеем не танки, а ходячие гробы».

— **Смело.**

— Он был отважным человеком. Через какое-то время Андрей Сергеевич был приглашен на заседание Политбюро, где выступал несколько часов.

Итогом стал указ о создании Броневого института, а А.С. Завьялова назначили директором. С этого и началась разработка танковой брони для легендарного Т-34.

Поворотное время в судьбе института наступило в конце 1941 г., когда мы создали литьевую броню, что позволило отливать башню целиком. Поэтому к 1943 г. наша страна имела большой перевес в строительстве современных танков. Немецкий сталелитейный магнат *AG Kрупп*, как ни пытался создать литьевую броню, ничего не получилось. Затем появились материалы для изготовления бронебойных снарядов, которые насквозь прошивали немецкие танки «Тигр» и «Пантера». Мы бронировали спинки и сиденья для знаменитого штурмовика МЛ-2, что спасало летчиков. После окончания войны институт был награжден орденом Ленина. В 1946 г. институт из Наркомата

танковой промышленности переходит в Наркомат судостроения. С этого времени мы создаем такие судовые конструкционные материалы, которые позволяют нашей стране в этой области быть впереди планеты всей. Могу это ответственно заявить.

**— Насколько я знаю, именно в ваших стенах была разработана первая наша подлодка?**

— Уточню, что речь идет о первой атомной подводной лодке «Ленинский комсомол». Советский атомный флот создавала буквально вся страна — около 140 предприятий и организаций, в том числе 35 НИИ, 20 конструкторских бюро и около 80 заводов-поставщиков. Но особая роль здесь научного руководителя этого проекта — Курчатовского института. Еще в труднейшем послевоенном 1946 г. начальник Лаборатории № 2 И.В. Курчатов представил руководству страны доклад, где говорил, что атомная энергия найдет в недалеком будущем разнообразные применения, в том числе на ее основе будут разработаны конструкции двигателей. Это было эпохальным предвидением гениального ученого! Разработка таких двигателей шла не быстро, ведь решалась первоочередная задача создания советской атомной бомбы — без преувеличения, это был вопрос, жить или не жить нашей стране. Уже после успешного испытания И.В. Курчатовым бомбы в августе 1949 г. руки дошли и до мирной атомной энергетики,

**Поворотное время в судьбе института наступило в конце 1941 г., когда мы создали литьевую броню, что позволило отливать башню целиком. Поэтому к 1943 г. наша страна имела большой перевес в строительстве современных танков**

и до флота. Отцом советского атомного флота стал А.П. Александров — будущий директор Курчатовского института, президент АН СССР, совершенно легендарная личность, ученый и организатор советской науки. Неотъемлемой частью создания первой советской АПЛ стало реакторное материаловедение. Разработанная в нашем институте специальная корпусная сталь стала основой сначала для корабельной, а затем и для наземной ядерной энергетики.

**— А кто был у истоков этих работ в вашем институте?**



*За время работы в НПЭК института А.С. Орыщенко руководил исследованиями в области создания различных видов коррозионно-стойких высокопрочных покрытий, в том числе наноструктурированных*

— В ряду таких титанов, как И.В. Курчатов и А.П. Александров, стоит И.В. Горынин — мой выдающийся учитель. 40 лет этот уникальный человек был директором института. Он пришел в ЦНИИ-48 после окончания вуза, проработал всего лишь три года, когда ему дали поручение разработать новую сталь, при этом не сказав, для каких именно целей. Только давались указания, какие должны быть новые свойства. Лишь в 1955 г. он узнал, что разрабатывал эту сталь для первой атомной подводной лодки. И.В. Горынин — материаловед мирового масштаба, такие ученые наперечет, они — гордость и золотой фонд нашей науки. Сегодня наш институт носит его имя. Мы стараемся ему соответствовать и по-прежнему работаем на оборону нашей страны, безопасность атомной энергетики.

**— «Прометей» в 1958 г. был назначен главным по разработке материалов для подводного флота, а Курчатовский институт — это ядерные технологии. Именно в этот момент история связала вас с институтом?**

— Связала всерьез и надолго. Наша совместная работа, тесное сотрудничество с Курчатовским институтом вышло на новый уровень в последние годы, когда мы вошли в его состав. И по сей день Курчатовский институт отвечает у нас в стране за разработку ядерных технологий. Уже в начале 1960-х гг. корабли строятся не только из сталейных материалов, но и из титановых. Хотя тогда еще не было понимания, что такое титан, соответствующей промышленности вообще не было. Но «Прометей», как всегда, сказал: «Сделаем!», и вместе с «Курчатником» через десять лет мы разработали титановый сплав. Зачем он был нужен? Это дало нашему ВМФ совершенно новые корабли, которые ныряли на огромные глубины. Одна из лодок погрузилась на один километр и один метр. Знаете, почему еще метр?

**— Наверное, чтобы показать, что это не предел?**

— Да, именно так. Нужен был уникальный материал — прочный и пластичный. Надо было эти два технически значимых параметра соединить. Что и было сделано в титановых сплавах.

Правда, поначалу некоторые листы рассыпались, как стекло. Появились опасения, что эту программу могут закрыть как бесперспективную. И тут А.П. Александров сказал, что титан надо делать, за ним большое будущее и никаких сомнений не должно быть. И сплав был сделан. С тех пор институт занимался не только созданием титанового сплава, но и разработкой печей, в которых надо было варить этот титан, получая большие слитки. Институт создал не только титановые сплавы, но и вообще титановую промышленность в СССР.

Из наших материалов, без преувеличения, построен весь отечественный Военно-морской флот —



Институт, изначально ЦНИИ-48, был создан на базе Центральной броневой лаборатории Ижорского завода в 1939 г. Андрей Сергеевич Завьялов — основатель и первый директор института.



Одной из первых задач института была разработка брони и надежных монолитных литых башен для Т-34. Михаил Ильич Кошкин был первым главным конструктором танка.



Первая советская атомная подводная лодка К-3, или «Ленинский комсомол», была спущена на воду в 1957 г.

подводный и надводный, а также большое число гражданских судов различных типов, классов и назначения (ледоколы, сухогрузы, балкеры, паромы, суда на воздушной подушке и на подводных крыльях, промысловые, добывающие суда и др.).

— **Сейчас без титана сложно представить себе нашу жизнь. Это ведь не только промышленность, но и биомедицинские технологии.**

— Вы правы. Но тогда, в 1968 г., был спущен на воду первый в мире титановый корабль. Мало того — и сегодня в мире нет титановых кораблей.

— **Почему?**

— Не смогли создать технологию сварки титановых сплавов большой толщины. Малую толщину научились сваривать, а вот большие, необходимые для подводного флота — нет. Это наш секрет. Мы и сегодня варим титановые сплавы в очень большой толщине и в этом безусловные мировые лидеры.

— **Как вы думаете, почему именно Россия в материаловедении, в металлургии — абсолютный лидер? Это какие-то древние демидовские традиции?**

— Наверное, и это тоже. Русский человек всегда боролся за выживание, и поэтому самые трудные, на грани невозможного, вещи у него получались лучше других. Во многих вещах мы были первыми и до нынешнего дня остаемся. Девиз «Если не мы, то кто?» для нас всегда был основополагающим. А что касается нашего давнего друга и партнера — Курчатовского института, — мы продолжаем идти рука об руку. Создаем совместные программы. М.В. Ковальчук — очень нетривиальный руководитель.

— **В каком смысле?**

— Он мощный стратег, умеет смотреть вперед глобально и понимать, куда двигаться на перспективу. Он настоящий патриот, у него очень много энергии, и все это вместе работает на благо России в стенах Курчатовского института, в состав которого сегодня входят несколько мощных ядерно-физических институтов, химический ИРЕА и наш «Прометей». Современный Курчатовский институт продолжает развивать и традиционные для него исследования в ядерной, термоядерной энергетике, сверхпроводимости, материаловедении, в то же время активно ведет работы в принципиально новой области — конвергенции наук и технологий. В рамках этих работ в Курчатовском институте создаются не имеющие аналогов природоподобные материалы. И мы сейчас в этих программах тоже участвуем.

— **Вы занимаетесь и космическим материаловедением. Когда это началось?**

— Как только началась космическая эра. Мы занялись созданием материалов для атомной энергетической установки, которая должна находиться на борту. Ведь летательные аппараты будущего для полетов в дальний космос без такого рода установок невозможны. Мы продолжаем заниматься этой тематикой.

— **Космические материалы — это ведь уже не титан, а какие-то композиты?**

— Там, конечно, совершенно другие материалы, поскольку в космосе огромные температуры, мощное излучение. Мы привыкли об этом думать, когда делаем корабли, особенно подводные лодки. Там есть личный состав, он должен быть защищен от вредных воздействий и обязательно должен вернуться.

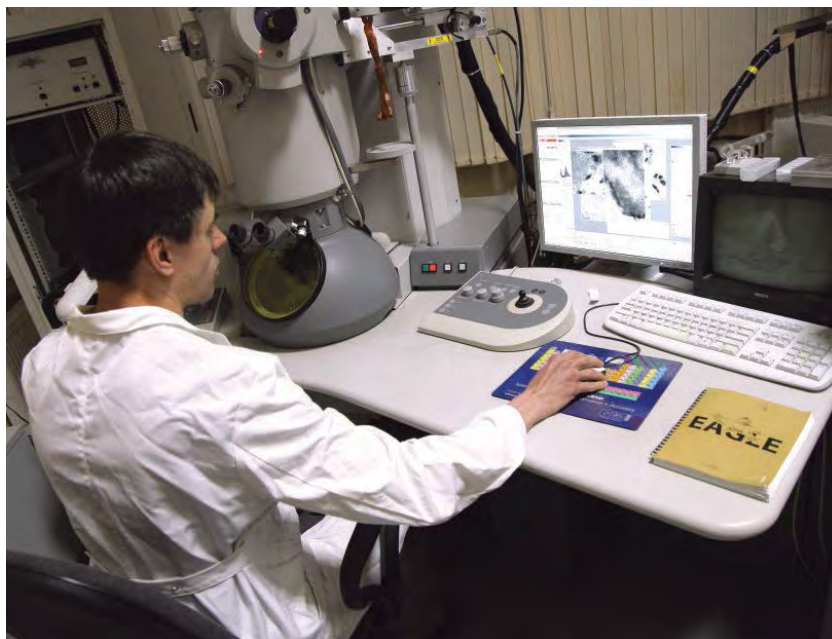
— **К сожалению, ни один научно-технический прорыв не обходится без трагических страниц...**

— Согласен, но хотелось бы это минимизировать всеми силами и средствами. Иначе во имя чего двигаться?

— **Давайте поговорим о нынешних разработках и ваших грандиозных планах.**

— Сегодня самое интересное — процесс разработки биоконструкционных материалов. Даже дух захватывает, когда понимаешь, какие перспективы это открывает для человечества. С другой стороны, пока вопросов очень много, в том числе и этических. Но наука и технологии уверенно движутся в сторону создания таких умных машин, которые во многом бы нам помогали.

— **Главное, чтобы однажды мы не оказались им ненужными.**



Современный диагностический комплекс разглядит любую наночастицу

— Все зависит от человека. Надо быть разумными и осторожными, понимать на старте, что это меч обоюдоострый, как говорится. А вообще, мы должны не только в космос стремиться, но и глубже понять ту стихию, из которой вышли. Вода — основа жизни на Земле, даст толчок для разработки природоподобных материалов. У природы надо учиться, она многое может подсказать. Пока такие природные конструкции, механизмы трудно воспроизвести, потому что мы опять упираемся в материалы, которые сегодня даже в малой части еще не разработаны. Это великое будущее, в котором интересно работать, а еще интереснее будет, когда этот материал появится.

**— Это уже происходит на наших глазах. Существуют таргетная терапия, умные нанороботы, доставляющие лекарства к цели, сложные биоматериалы, искусственные органы, которые создают в стенах того же Курчатовского института...**

— Да, но это самое начало. В науке надо понимать, что подъем на одну ступеньку может занять очень много времени. И еще важно знать, что все это не игрушки. Когда ученые во всем мире осваивали энергию атома, помните, чем все обернулось?

**— Атомной бомбой.**

— Вот именно. Человечеству потребовался такой горький урок, чтобы осознать, что в его руках мощное оружие и его можно употребить как на созидание, так и на разрушение. И с ним нужно уметь обращаться. Тогда у нас появились первые атомные электростанции и атомный подводный флот. Сегодня мы имеем самый мощный атомный флот в мире. И в самое ближайшее время вы о нас еще услышите.

**— Заинтриговали! Намекните, о чем речь?**

— Принципиально новый материал, связанный, как обычно, с водой. Мы выполнили постановление правительства о создании новых конструктивных наноматериалов. «Прометей» был назначен головным предприятием в создании конструктивных металлических материалов, в частности трубных материалов для газопроводов и нефтепроводов. Раньше мы полностью закупали за рубежом штрипс. Это такой слиток, из которого прокатывается лист определенной толщины, а затем и труба. Мы создали технологии, которыми сегодня в мире никто не владеет. Недавно я был с докладом на эту тему в Китае. Несмотря на регламент в 20 минут, мой доклад был на полчаса, и я волновался, что будут плохо слушать, прерывать. Но все слушали



Многофункциональные магнетронные покрытия — эффективная защита

буквально затаив дыхание. Я рассказал, что мы в промышленных условиях создали материал, который сумел обеспечить как прочность, так и пластичность при любой толщине и любых объемах. Это мечта материалововеда. Мы фактически создали то, что не удавалось пока никому. Поэтому и трубы получились такие — сегодня можно получать высокие давления при перекачке нефти, газа.

**— Как я понимаю, они уже используются на северных территориях, в частности в Арктике?**

— Да, институт создал принципиально новые классы конструкционных материалов — хладостойкие стали, *arc*-стали, обеспечивающие разведку, добычу, транспортировку углеводородов с месторождений Арктики и создание инфраструктуры Крайнего Севера.

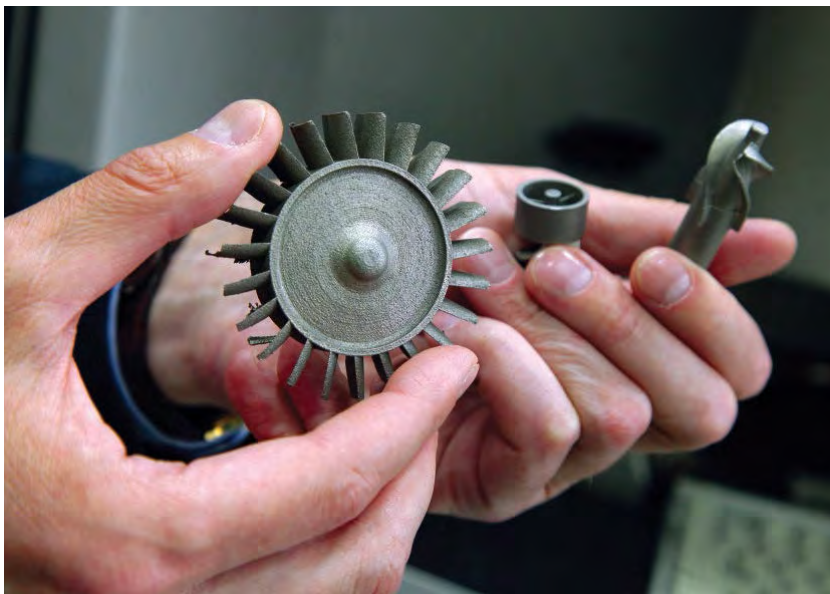
**— Как думаете, и недавний московский ураган смогут выдержать?**

— Запросто.

**— Алексей Сергеевич, что бы вы назвали главным достоинством института?**

— Наверное, наш комплексный подход, в соответствии с которым «Прометей» занимается всем жизненным циклом материалов: от их создания, разработки технологии производства, сварки, изготовления конструкций, мониторингом эксплуатации вплоть до исчерпания ресурса и утилизации. Мы полностью отвечаем за свою работу. Это очень важно.

Начиная с 1960-х гг. практически все строящиеся в стране корабли, суда и морские сооружения оснащаются противокоррозионной защитой. НИЦ «Курчатовский институт» — ЦНИИ КМ «Прометей» выступает как головная организация в России



Объемные изделия сложной формы — решаемая задача для аддитивных технологий

по защите морских судов от коррозии, имеет многолетний опыт работ по созданию и применению в судостроении и на флоте систем защиты корпусов судов, морских сооружений и оборудования, которое эксплуатируется в морской воде, в том числе и в ледовых условиях. Так, на платформу «Приразломная» было поставлено 120 систем противокоррозионной защиты. Трудностей мы никогда не боялись и поэтому решали самые сложные задачи, которые ставила перед нами страна. Уверен, так будет и впредь.

**Павел Алексеевич Кузнецов, начальник НИО «Наноматериалы и нанотехнологии», доктор технических наук:**

— Мы занимаемся наноматериалами конструкционного, функционального класса. Первый для нас материал — порошок, исходный для создания различного рода материалов, будь то покрытия или аддитивные технологии. Соответственно, мы отработываем технологии получения такого порошка, создаем различные технологии получения покрытий из этого порошка: это холодное микроплазменное напыление, сплавление лазерным излучением и т.д.

Еще одно направление — магнитные композиции, у которых свойства формируются в процессе термической обработки, их внутренней кристаллизации и образования нанокристаллов железа, кобальта и, соответственно, повышения магнитных свойств. Из них мы потом делаем так называемые магнитные экраны, которые можно использовать, например, для медико-биологических исследований. Они экранируют магнитные поля — как

поле Земли, так и переменные магнитные поля. Внутри таких камер мы как бы находимся за пределами нашей планеты, таким способом можно лечить, например, гипертоническую болезнь.

**Дмитрий Анатольевич Герашенков, старший научный сотрудник НИО-35:**

— Я занимаюсь газодинамическим, микроплазменным напылением материалов. Это так называемые технологии гетерофазного переноса. Сейчас все уходит в мелкие размеры, пытаются создать такую фракцию, как 100 нм и меньше. Это как сигаретный дым. Что с ним можно сделать? Ничего. Значит, мы должны создать композиционный порошок. Для этого берется матрица,

армируется твердыми либо какими-то другими частицами, то есть собирается некий композит, который впоследствии используется для нанесения покрытия. Нанесенное покрытие мы можем подвергать термической обработке, если потребуется. Таким образом нам удастся получить определенную структуру покрытия, что при использовании чистых порошков невозможно.

**Руслан Юрьевич Быстров, инженер первой категории:**

— Я занимаюсь магнетронным напылением на установке «Магна ТМ-5». Эта установка позволяет получать покрытия различного стехиометрического состава в зависимости от того, какие материалы используются для напыления. Это могут быть различные металлы, неметаллы, керамика, фторопласт, кварц, стекло и т.д. Напылять можно также на различные подложки. Все зависит от технических задач, которые вы ставите.

Процесс управляется компьютером. Все комплектующие, которые здесь представлены, иностранного производства, но само «железо» собрано в Зеленограде — то есть оно наше, отечественное, и ничуть не хуже качеством.

Наша лаборатория привлекает большое внимание, потому что у нас представлено множество образцов покрытий, которые используются в самых разных целях. Вот, например, мембраны для крекинга нефти покрыты нитридом титана. Этот материал известен также тем, что часто используется для покрытия церковных куполов вместо сусального золота: он значительно долговечнее и дешевле. Нитрид титана очень хорошо

в агрессивной среде, особенно там, где присутствуют сероводород и другие нефтепродукты. Мембрана служит в трубе для того, чтобы при определенном давлении схлопываться, и сам трубопровод при этом не разрушается. Обычный титан подвергается коррозии и ломается, а данное покрытие позволяет использовать трубу очень долго.

**Алексей Владимирович Красиков,**  
заместитель начальника наноцентра:

— У нас вы можете наблюдать процесс микродугового оксидирования. Этот процесс применяется для различных материалов вентильной группы, то есть металлов, которые на своей поверхности имеют природную пассивную пленку из кислородсодержащих соединений.

Суть процесса состоит в том, что мы искусственно, под действием внешней электрохимической реакции утолщаем эту оксидную пленку и формируем толстый керамоподобный слой на поверхности. Это необходимо для увеличения износостойкости изделия, продления срока его службы под трением.

Здесь мы работаем в основном с алюминиевыми сплавами и с напыленными покрытиями на алюминиевых изделиях. Основная цель исследования — создание таких керамоподобных покрытий. Мы увидели в этом процессе возможность не только получения чего-то износостойкого, но и регулирования химического состава различными рычагами и, таким образом, создания покрытий, по своим свойствам, по фазовому составу близких к классической керамике.



Активированная пайка разнородных материалов — лучшая замена сварке

**В науке надо понимать, что подъем на одну ступеньку может занять очень много времени. И еще важно знать, что все это не игрушки. Когда ученые во всем мире осваивали энергию атома, помните, чем все обернулось?**

**Сергей Николаевич Петров,**  
руководитель лаборатории физического материаловедения:

— Перед нами просвечивающий электронный микроскоп, который позволяет увидеть мельчайшие детали структуры металла. Это необходимо знать, чтобы создавать новые материалы, отвечающие требованиям современного уровня развития материаловедения. Чтобы понять, как материал будет себя вести в тех или иных условиях, какую он будет иметь прочность, необходимо максимально глубоко проникнуть в его структуру. Для этих целей у нас имеется микроскоп высокого разрешения, оснащенный рентгеновским спектрометром, который позволяет определить, каков химический состав наблюдаемой нами частицы.

Принцип действия микроскопа заключается в том, что пучок электронов проходит насквозь через образец. Для того чтобы это могло произойти, образец утончается примерно до 100 нм — это одна десятая 1 мкм. Для наглядности: он примерно в тысячу раз тоньше, чем человеческий волос. Но эту структуру мы можем разглядеть.

Электроны здесь ускоряются до огромной энергии, примерно в 300 тыс. В — это в 6 тыс. раз больше, чем напряжение в нашей сети. Для этого есть специальный трансформатор. Потом эти электроны фокусируются специальными линзами, чтобы мы могли получить наблюдаемое изображение. Увидев структуру, проявив ее, мы можем сказать, что надо сделать для того, чтобы металл имел улучшенные свойства. ■

**Подготовила Наталья Лескова**