



Ольга Рубан Обработают всех

Компания «Накал» показала, что союз инновационно активного завода и разработчика новой технологии может вылиться в технологическое лидерство на мировом рынке



Свой первый продукт компания «Накал» создала на базе космических технологий. Это были печи, в которых в качестве теплоизоляции использовались керамические плитки от обшивки космических челноков «Буран». Такая печь с супер-изоляцией разогналась до 1200 градусов за десять минут, потребляя при этом всего 3 кВт. Молодые предприниматели пустили в дело весь запас уникальных плиток, который после закрытия программы «Буранов» пылился на складах НПО «Молния». Хайтековской изоляции хватило на несколько тысяч печек для заводских и институтских лабораторий.

Чтобы вывести на рынок вторую серьезную инновацию, «Накал» договорился с инноватором из автопрома. На основе его прорывной разработки компания создала новое поколение промышленных печей для азотирования сталей и сплавов. И в итоге стала технологическим лидером: ее оборудование обладает принципиально новыми возможностями по сравнению с тем, что до сих пор предлагали рынку другие мировые производители.

От горшков до ракет-носителей

Компания «Накал» начинала в 1992 году с обжига горшков. «У меня были знакомые художники, которым нужны были печи — обжигать керамику. Так возникла идея создать компанию и делать печи для обжига керамической посуды», — вспоминает **Николай Итяков**, в то время аспирант МАИ и один из основателей «Накала». Керамика в те годы была ходовым экспортным товаром: расписные горшки и тарелочки охотно скупали иностранные туристы. Художники имели неплохие обороты, и печи пользовались у них хорошим спросом.

В середине 90-х, когда иностранцы переключились на дешевый китайский ширпотреб и поток заказов от художников начал иссякать, «Накал» пере-квалифицировался на термообработку металлов. Компания стала выпускать печи для цементирования, закалки и последующего отпуска сталей — стандартных операций, которые обеспечи-

вают поверхности металла необходимую прочность. Это было сравнительно простое оборудование. Но поскольку прочная поверхность нужна каждой детали, испытывающей повышенные нагрузки в составе того или иного механизма, печи «Накала» были востребованы во всех отраслях от пищевой до авиакосмической промышленности. К примеру, Черкизовский мясоперерабатывающий завод закалял в «накаловских» печах ножи машин для разделки мяса, железнодорожники — детали сцепки вагонов, а космические предприятия — шпангоуты для корпусов ракет-носителей.

К 2004 году, то есть десять лет спустя после «эры горшков», «Накал» ежегодно выпускал более тысячи печей разного типа для термообработки металлов и занимал около 40% российского рынка подобного оборудования. Компания готова была перейти от просто печки к продукту принципиально нового уровня — оборудованию, в котором была бы заложена определенная технология, решающая конкретные задачи конечного пользователя. Оставалось найти такую технологию, причем желательную продвинутой.

К тому времени собственники «Накала» **Николай Итяков** и **Сергей Трепалин** уже были знакомы с сотрудником отраслевого НИИ автопрома **Владимиром Сыропятовым** — автором принципиально нового подхода к газовому азотированию, одному из методов химико-термической обработки металлов. Инновация обещала прорыв: новый подход снимал ограничения, присущие традиционному газовому азотированию (см. «Заброшенная технология»), и открывал этой технологии вход в целый ряд областей, где газовое азотирование до сих пор не применялось. Разработчику предложили перейти в «Накал».

Польза от объемного взрыва

Владимир Сыропятов, заведующий термической лабораторией НИИ технологии автомобильной промышленности (НИИТавтопром) решил заняться усовершенствованием технологии газового азотирования в 1992 году. Спустя пять лет он произвел в азотировании малень-

кую революцию. Сыропятов ввел в процесс новых действующих лиц: катализатор и кислородный датчик.

«К тому времени мне было совершенно ясно, что основным параметром для управления процессом является содержание кислорода в печной атмосфере (хотя его там безумно мало: от 10^{-18} до 10^{-16}). Если ты его знаешь, то можешь предсказать, сколько азота уйдет в металл, — рассказывает инноватор. — Сам кислородный датчик мы сделали в 1993 году. Его прототипом стал сенсор на базе твердых электролитных ячеек, который еще в конце 70-х разработала группа специалистов МИФИ. Он использовался для определения состава печной атмосферы при термообработке урановых таблеток». Кислородный датчик меряет концентрацию кислорода в атмосфере печи. По этому параметру выведенная Сыропятовым формула рассчитывает, сколько азота уже вообрала в себя сталь. Другими словами, стало возможно контролировать переход азота из газовой фазы в металл — процесс азотирования стал управляемым.

Идею каталитической обработки аммиака Сыропятов почерпнул в технической литературе 30-х годов. Этой темой тогда занималась группа ученых ЦНИИТмаша, которых после войны перебросили на проект создания атомной бомбы, а их наработки оказались забыты. Сам катализатор инноватору тоже не пришлось изобретать с нуля. «Катализатор нашелся в Черноголовке, в Институте проблем химфизики РАН в лаборатории профессора Виктора Барелко, который занимался кинетикой объемного взрыва. Это была ведущая лаборатория по разработке боеприпасов объемного взрыва, — продолжает рассказ Сыропятов. — Для получения азотной кислоты они создали катализатор — особое соединение на основе солей платиноидов».

Этот катализатор Сыропятов и применил для азотирования. В результате в печи до четверти молекул азота становятся положительно заряженными ионами и абсорбируются на поверхности обрабатываемого металла. Тем самым подавляется конкурирующая химическая

реакция между азотом и железом, раньше приводившая к образованию на поверхности детали пористой корки из нитридов и карбонитридов железа. (Поры затем превращались в трещины, а поверхностный слой охрупчивался раньше времени.) Так удалось снять еще одну проблему традиционного азотирования, связанную с излишками азота в металле.

Эксперименты на живых

Два года понадобилось Сыропятову, чтобы перейти от идей к работающей технологии — переделать традиционную печь под новый метод и на базе кислородного датчика сделать систему управления процессом. Еще три года ушло на то, чтобы отработать технологические режимы азотирования различных сплавов.

Инноватор сумел организовать дело так, что сырая еще технология сама зарабатывала деньги на доводку себя: в коммерческий центр по термообработке, который Владимир Сыропятов создал в НИИТавтопроме, обращались предприниматели, чей бизнес был связан с изготовлением разного рода «железок» — шестеренок, валов и т. п. «Технологию отработывали не на кошечках, а на живых заказчиках. Привозят, скажем, ребята с «Темпа» чугунные коленчатые валы — им нужно азотировать шейки этих валов, которые испытывают самую большую нагрузку. Мы на этом коленчатом вале отработываем азотирование высокопрочного чугуна и быстро получаем обратную связь. Либо эти ребята продают валы своему клиенту, у того все хорошо, и тогда они приходят с новым заказом, либо у клиента, как мы говорим, не стоит, и тогда ребята возвращаются и забирают деньги в тройном размере. И хорошо еще если только деньги, — Владимир Сыропятов описывает, как работала его схема. — Неубиваемость нашей технологии — следствие того, что все эти годы мы несли полную ответственность за результат».

Еще одним «подопытным» команды инноваторов был Мосгортранс. После того как Сыропятов попробовал новую технологию на зубчатых колесах ведущего моста московских троллейбусов, они стали вставать на ремонт в несколько раз реже.

А с КамАЗа к Сыропятову привозили коленчатые валы высокофорсированных двигателей, сделанных специально для экстремальных условий гонок Париж—Дакар. Эти валы нужно было азотировать на глубину минимум 0,7 мм, а традиционная технология позволяла сделать максимум 0,4 мм. «С середины 60-х годов нам всем вкладывали в головы, что получить упрочненный слой больше 0,4 миллиметра при азотировании невоз-



Владимир Сыропятов радикально усовершенствовал метод газового азотирования металлов и сплавов — технологию, которая, как считалось, достигла предела своего развития

можно, — говорит Сыропятов. — Мы сделали КамАЗу 1,5 миллиметра». Именно на этих двигателях экипаж КамАЗа первый раз выиграл престижное ралли.

По ходу отработки технологии выяснилось, что она позволяет обрабатывать в том числе металлы и сплавы, которые традиционное азотирование не брало. «Семьдесят пять лет до меня все знали, что азотировать нержавеющей сталь невозможно. Это было написано во всех учебниках. Азотировать детали, изготовленные методом порошковой металлургии, тоже невозможно, поскольку азотирование увеличивает их пористость. Если азотированные детали бросить на пол, они рассыпятся, — продолжает Сыропятов. — А мы быстро научились азотировать не только нержавейку и порошковые детали, но даже титан. А то, что титан азотировать в аммиаке невозможно, потому что он при этом сильно охрупчивается, это была такая же аксиома, как то, что Земля круглая».

Опыт обработки титана команда Сыропятова получала на грани фола. «Ребятам с опытного завода НИИХиммаша нужно было создать азотированный слой на титановом сплаве. Объект был очень серьезный — корпус блоков «Электрон-Б» для системы приготовления кислорода на Международной космической станции. А срок был «вчера», поэтому ребята согласились забыть, что титан азотированию в аммиаке не поддается, — вспоминает инноватор. — Мы две ночи тренировались на обрезках металлических листов, а потом заазотировали им их штуки. Они благополучно улетели в космос и летают там до сих пор».

Параллельно с отработкой технологии Сыропятов занимался просвеще-

нием потенциальных пользователей: «Металловеды и термисты — это такой народ, который, если он про это где-то не читал, — он этого не принимает. Поэтому с каждого заказчика нужно было рожать статейку и куда-нибудь ее тискать. И обязательно участвовать в конференциях, особенно в международных. На это уходила уйма сил, времени и заработанных термичкой денег. Но в итоге я своего добился: не зная технологию Сыропятова в сообществе термистов и металлослов России и СНГ стало неприлично». «Технология Сыропятова» в отличие от традиционного азотирования стала называться каталитическим газовым азотированием (КГА).

К 2000 году инноватор счел, что технология уже достаточно зрелая, чтобы закладывать ее в серийные промышленные печи. Перебрав несколько печных заводов, он остановился на «Накале» и так объясняет свой выбор: «Мне понравилось работать с этими ребятами — у них есть упорство копровой бабы, забивающей сваи. Если они решили что-то сделать, это будет сделано».

Для тех, кто делает хайтек

Трудно сказать, кому повезло больше: «Накалу» с адекватным разработчиком, который своими силами отработал технологию и добился признания инновации профессиональным сообществом, или Сыропятову с инновационно ориентированной компанией, которая не побоялась сделать ставку на новую технологию и взяла на себя все рыночные риски.

Так или иначе, но уже в 2005 году «Накал» вывел на рынок новый класс печей на основе технологии КГА. Первыми инновацию оценили производители

алюминиевого профиля — износостойкость экструзионных матриц, обработанных по новой технологии, выросла в несколько раз. «Если после традиционного азотирования через эту матрицу можно было пропустить пять тонн алюминия, то после нашего — двадцать тонн, — ведет подсчет генеральный директор «Накала» Николай Итяков. — Эти матрицы везут в Россию из Италии и Турции, и стоимость одной матрицы составляет от трех до десяти тысяч евро. Посчитайте, сколько сэкономит предприятие, если благодаря нашей технологии ресурс матрицы увеличился в четыре раза». Вслед за экструзионщиками инновации стали использовать двигатели- и ракетостроители, предприятия нефтегазового машиностроения и авиационная отрасль.

Печи с КГА покупают в основном те компании, которые разрабатывают и производят новую перспективную технику. «Тем, кому нужно азотировать что-то простое, достаточно традиционной технологии: она кое-как, пусть плохонько, но справляется, — говорит Евгений Ильичев, коммерческий директор «Накала». — А вот те, у кого передний край, кто разрабатывает что-то новое и сложное, с повышенными требованиями, те приходят за нашим оборудованием».

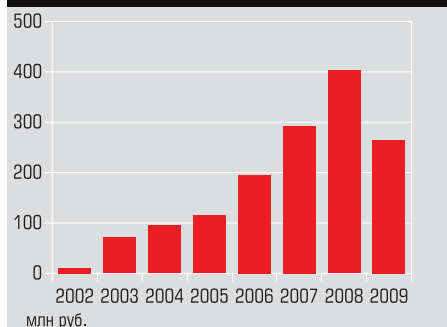
К примеру, Уральский дизель-моторный завод приобрел у «Накала» печь с КГА, чтобы увеличивать усталостную прочность коленчатых валов новых дизельных двигателей с повышенным числом оборотов. Другому заводу инновационное оборудование позволило азотировать элементы систем наведения боевых ракет — традиционная технология с этим типом электротехнической стали не справлялась. А Таганрогский металлургический завод технология КГА избавит от необходимости импортировать дорогостоящие расходные материалы — оправки, внешне похожие на гигантские пули. «Тагмет производит бесшовные трубы. На огромном стане сквозь раскаленную стальную заготовку пропускают специальную оправку — получается труба. Оправки, которые они пробовали делать сами, выдерживали несколько сотен циклов, а нужно в разы больше. Поэтому заводу до сих пор приходилось покупать эти оправки за рубежом, причем очень дорого, — рассказывает Николай Итяков. — Летом этого года мы поставим Тагмету печь с технологией КГА, это позволит им увеличить ресурс оправок собственного производства».

Стоимость инновационной печи с КГА составляет от 3 до 12 млн рублей в зависимости от размера. «Накал» продал российским компаниям уже более 60 таких печей. В 2008 году печи с КГА принесли «Накалу» около 70 млн ру-



Николай Итяков, генеральный директор «Накала», рассчитывает через пять лет контролировать не менее 20% рынка газового азотирования Европы и США

До кризиса компания «Накал» росла на 35–50% в год



Источник: данные компании «Накал»

блей из 400 млн, заработанных компанией. Следующие десять лет производители намерены посвятить освоению мирового рынка — новую технологию планируется вывести в первую очередь в Европу и США.

Мы можем больше, чем они

Свою первую экспортную печь с КГА «Накал» поставил в Испанию в 2007 году. За время кризиса удалось продать за рубеж еще шесть печей, причем одну из них в Польшу, вотчину канадской фирмы Nitrex — мирового лидера в области оборудования для газового азотирования.

Примечательно, что на мировом рынке «Накалу» предстоит конкуренция в том числе и с технологией азотирования, которая была разработана советской научной школой еще в середине 80-х годов, а сейчас «зашита» в оборудование фирмы Nitrex. В Канаду эта технология попала в начале 90-х стараниями предприимчивых сотрудников польского НИИ прецизионной механики, который во времена СЭВа вел совместные работы с ведущими советскими специалистами по печестро-

ению и термообработке. Сегодня Nitrex занимает более половины мирового рынка газового азотирования.

Потеснить конкурентов «Накал» рассчитывает за счет очевидных преимуществ своих суперпечей. «Мы можем намного больше, чем они. И по маркам обрабатываемых материалов, и по свойствам, которые приобретают обработанные детали, — утверждает Владимир Сыропятов, теперь главный специалист по термообработке компании «Накал». — Детали, обработанные по нашей технологии, служат в три-семь раз дольше, чем те, что прошли традиционное азотирование в печах европейских и американских производителей». Еще один плюс российского оборудования — скоростные качества: нужная степень насыщения железа азотом в установках с КГА достигается по сравнению с традиционными на 30–50% быстрее. При этом печь «Накала» стоит в полтора раза дешевле.

В странах ЕС «Накал» намерен создать собственную дилерскую сеть. А на закрытый для чужаков рынок США наша компания рассчитывает войти при помощи партнера — американской печестроительной фирмы с 90-летней историей. Эта фирма поначалу планировала вывести на рынок печь для газового азотирования собственной разработки, но, изучив инновацию «Накала», от этой затеи отказалась. Американские инженеры признали, что российское оборудование намного превосходит их задумку и по простоте конструкции, и по широте возможностей.

Объем рынка газового азотирования Европы и США в сумме составляет порядка 100 млн евро. Через пять лет «Накал» хочет контролировать не менее 20% этого рынка.

Между тем потенциальный рынок российской инновации гораздо шире, чем эти 100 млн евро, ведь технология КГА работает и там, где традиционное газовое азотирование бессильно. В первую очередь это области, где используются сплавы с высоким содержанием хрома (конструкционные стали хром-

THAI-SPA САЛОНЫ
"7 КРАСОК"

ТАЙСКИЙ И БАЛИЙСКИЙ
МАССАЖ

теперь и в поездах
"Гранд Экспресс"
из Москвы и Санкт-Петербурга.

Новый Арбат, Тверская, Рублевка,
Пушкинская пл., Остоженка, Минская,
Полянка, а/л Домодедово, Королев.
www.7KRASOK.ru
многоканальный (495) 925-51-77

молибден-ванадиевой группы), жаропрочные стали с высоким содержанием никеля, титан и ряд других материалов, из которых производят наиболее ответственные узлы и элементы сложных высокотехнологических систем.

«Сегодня никто в мире не может создать на конструкционных сталях хром-молибден-ванадиевой группы насыщенный азотом слой толщиной больше 0,4 миллиметра, а для того, чтобы деталь стояла, нужно минимум 0,8 миллиметра, — говорит Николай Итяксов. —

Очень долго азотируют, по трое-четверо суток, но все равно не получается».

А жаропрочные легированные стали поддаются традиционному азотированию только в присутствии активаторов, например солей хлора, что приводит к образованию ядовитых производных, включая отравляющий газ фосген. «Применение активаторов усложняет и удорожает производство, требуя огромных средств на нейтрализацию агрессивных выбросов. К тому же это экологически грязный процесс, что создает массу дополнитель-

ных проблем, особенно в Европе. А мы можем азотировать такие материалы без применения ядовитой химии, — подчеркивает Николай Итяксов. — Так, два года назад одной немецкой фирме потребовалось азотировать детали механизма управления лопатками турбины, изготовленные из жаропрочных сталей, на слой толщиной 0,07 миллиметра. Заказчик поставил условие — не использовать активаторы. Мы применили один хитрый ход и сделали сплошной упрочненный слой толщиной 0,12 миллиметра. Тем самым увеличили ресурс работы всего турбоагрегата, который ограничивался ресурсом именно этих деталей».

В настоящее время формируется еще одна перспективная ниша, где каталитическое газовое азотирование, похоже, будет вне конкуренции, — ветряная энергетика. Здесь технология КГА потребует для упрочнения поверхности гигантской шестерни диаметром 2,5–3 метра, которая есть в редукторе привода каждого ветряка. Эта шестерня при вращении испытывает большие нагрузки на излом, помимо этого происходит истирание зубьев, однако традиционная технология азотирования не берет хромистую сталь, из которой она отлита. Поэтому до сих пор такие шестерни обрабатывали методом нитроцементации, а он предполагает нагрев до температуры 870 °С. Слишком большой нагрев приводит к тому, что огромная по размерам деталь деформируется. В итоге часть уже готовых шестерен подлежит отбраковке, а у оставшихся снижается надежность — из-за перекосов отдельные зубья истираются и выламываются быстрее остальных. А ремонт ветряка — сложная и дорогостоящая история: нужно снимать шестерню весом 1,5 тонны, которая установлена на высоте двадцать с лишним метров, и заменять ее новой.

Российская технология КГА может избавить ветряную энергетику от этих проблем, и «Накал» уже начал осваивать эту нишу. По заказу немецких и итальянских фирм наша компания делала азотирование образцов сплавов, используемых для изготовления шестерен ветряных электростанций. Все эксперименты прошли успешно. «Сейчас в мире нарабатывается опыт эксплуатации и технические требования к элементам ветряков. Соответственно, начинает развиваться рынок для обработки крупногабаритных деталей. Он будет огромный. И мы намерены на этот рынок влезть, — говорит Николай Итяксов. — Там будут нужны очень большие и очень дорогие печи — порядка миллиона евро. Мы уже уведомили два десятка европейских компаний, что готовы изготавить для них такие печи».



Для инновационных печей компании «Накал» найдется много задач, с которыми конкуренты россиян просто не справятся

Заброшенная технология

Азотированием называют насыщение стали азотом с целью повышения ее износостойкости. Этот метод продлевает срок эксплуатации машин и механизмов, удлиняет межремонтный период и сокращает затраты на замену износившихся деталей. Азотированию подвергают наиболее ответственные детали и узлы, от долговечности которых зависит ресурс всей технической системы. Например, рабочие поверхности экструзионной матрицы, через которую выдавливают алюминий при изготовлении строительного профиля. Матрица, прошедшая обработку в печи азотирования, пропускает через себя пять-семь тонн металла, необработанная — одну-две.

Деталь, которую нужно азотировать, загружают в печь, нагревают до 500–600 градусов Цельсия и подают аммиак, который диссоциирует на азот и водород. Атомы азота встраиваются в кристаллическую решетку металла, и за счет этого прочность поверхностного слоя детали увеличивается.

Непосредственно в условиях производства технология азотирования имеет ряд недостатков. Главный заключается в том, что процесс перехода азота из атмосферы печи в металл нестабилен и практически неуправляем. По этой причине на предприятиях азотировать детали доверяют только очень опытным мастерам, которые могут положиться на интуицию. «Я видел термиста в Коломне, которому уже за семьдесят. Он сорок лет работает на одной печи азотирования, он ее чувствует, — рассказывает Николай Итяксов, генеральный директор «Накала». — Его не отпускают на пенсию, потому что кроме него с этой печью никто не справится».

Еще один недостаток метода является следствием неуправляемости процесса. Когда сталь вбирает в себя слишком много азота, упрочненный поверхностный слой приобретает чрезмерную твердость и быстро выкрашивается, а значит, служит меньше, чем мог бы.

До недавнего времени считалось, что избавиться от этих недостатков невозможно. В частности, советская научная школа газового азотирования, основателями которой были доктор технических наук профессор МАДИ **Юрий Лактин** и доктор технических наук профессор МВТУ им. Баумана **Борис Арзамасцев**, утверждала, что технология азотирования дошла до предела своего развития, что никаких принципиальных улучшений сделать нельзя и что с недостатками нужно просто смириться. Все и смирились. В итоге это направление металлообработки практически не развивалось почти полвека