

**“БУЛАТ” – ДИТЯ
“ТЕРМОЯДА”
(СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ)**

В.Т. Толлок

*Научный физико-технологический центр
МОН и НАН Украины (Харьков)
Украина*

Поступила в редакцию 12.12.2003

Это научно – технологическое направление – мое последнее “детище”, порожденное в ходе исследований по проблеме управляемых термоядерных реакций (“термояда”) в отделении физики плазмы Харьковского физико-технического института (ХФТИ).

Целеустремленность в научных исследованиях – важное качество экспериментатора. “Двигаясь по земле неизвестной”, неизбежно натываясь, зачастую в “потемках”, на препятствия или просто “непонятности”, очень важно не сбиться с основного направления, не отвлекаться на что-либо второстепенное, не потеряться в мелочах.

Но, с другой стороны, при этом не менее важно уметь вовремя оценить встречающиеся неожиданности и, тем более, побочные эффекты, суметь подняться над основной задачей, “заглянуть за горизонт”.

Человек по своей природе должен быть творцом. Совершенно не имеет значения, в какой области деятельности. Творчество дает радость родительской любви к своему “детищу”. У физика-экспериментатора особенно много интереснейших возможностей: “потрогать” скрывавшуюся истину руками, заставить ее не только открыться, но и работать.

Появление в отделении физики плазмы ХФТИ научной программы “Булат” – пример “закономерной случайности”, когда в ходе решения “стратегической” задачи удалось не пропустить побочный эффект, правильно оценить его значение и развить в целом перспективное направление в технологии. Короче: удалось “по дороге в Индию заметить Америку”.

Основой новой технологии является способ, названный нами “КИБ”. Он родился своевременно и в “нужном” месте, при разработке вакуумных насосов типа АВЭД, использующих эффект интенсивного поглощения газов слоями титана, распыленного в вакуумной дуге.

В 1964-м году в секторе вакуумной техники отдела физики плазмы научным сотрудникам А.А.Романову и Л.П. Саблеву удалось зажечь в вакууме стационарный плазменный дуговой разряд. В 1966-м был разработан вакуумно-ду-

**“BULAT” – THE CHILD
OF “THERMOFUSION”
(HISTORICAL REVIEW)**

V.T. Tolok

*Scientific Center of Physical Technologies
MESU and NASU (Kharkov)
Ukraine*

Received 12.12.2003

This branch of new technology is my last “offspring”, created during our researches into the problem of controlled thermonuclear fusion in the Plasma Physics Department of Kharkov Physical-Technical Institute (KPTI).

Purposefulness in scientific researches is an important feature of an experimenter. Moving through *terra incognita*, often in the darkness, inevitably meeting obstacles or something like “I-just-couldn’t-understand-it” it’s very important not to lose the main direction, not to pay much attention to minor things, not to squander efforts on trifles.

But on the other hand, it is not less important to be able to evaluate in proper time all unexpected effects (and all the more by-effects), to rise over the main problem and “to look behind the horizon”.

A Man by his nature must be creative. And it absolutely doesn’t matter in what field of his activity. The creativity gives joy of parental love to the “offspring”. Here the physicist-experimenter has especially many interesting opportunities: “to have a touch” of hidden nature of things, to make it not only to open itself, but also to work.

The creation of new scientific program named BULAT (“bulat” is a kind of Damascus steel) in the Plasma physics Department of the KPTI is just an example of such an appropriate happy accident, when while solving strategic problem we succeeded not to miss a by-effect, to evaluate properly its importance and to develop on its basis a new direction in technology. In short, we succeeded “on our way to India to catch sight of America”.

The basis of our new technology is a surface treatment technique called CIB. It appeared in proper time and in proper place during the elaboration of AWED vacuum pumps, where the effect of intensive gas absorption by the layers of titanium, sputtered in electric arc was used.

In 1964 researchers A. Romanov and L. Sablev, who specialized on vacuum devices in the Plasma Physics Department, managed to fire the stationary plasma arc discharge in vacuum. In 1966 a vacuum-arc evaporator of titanium was elaborated, and in

говой испаритель титана, а 1967-м уже был создан первый вакуумно-дуговой сорбционный насос, положивший начало “династии” АВЭД’ов.

Несомненные достоинства новых насосов: высокая скорость откачки (до 80000 литров в секунду), “безмасляный вакуум”, простота и надежность в эксплуатации, позволили им быстро занять достойное место в решении задач, связанных с необходимостью получения «чистого» вакуума в больших объемах при интенсивном газовыделении. В частности, уже первые образцы насосов использовались в авиационной промышленности для удаления водорода из крупных титановых деталей сверхзвукового самолета ТУ-144. Конструкция и параметры насосов постоянно совершенствовались.

Естественно одна из лучших модификаций АВЭД’ов была применена нами для откачки вакуумного объема 70 м³ до давления 10⁻⁷ мм. рт. ст. в крупном стеллараторе “Ураган-3”. “Холодная” плазма дугового разряда этого насоса должна была участвовать в создании и удержании термоядерной плазмы, своей “высокотемпературной сестры”.

Вскоре в ходе работы с “Ураганом-3” было обращено внимание на жалобы лаборантов на то, что внутренние поверхности насоса с трудом поддаются очистке от осевшего на них слоя титана. К тому времени мы уже, к удивлению, убедились, что плазма вакуумной дуги более чем на три четверти состоит из ионов титана. Это означало, что они основные переносчики вещества катода. Ионные токи достигали десятков ампер. Ионы управляемы, и это привело к естественной мысли о возможности, изменяя энергию ионов с помощью дополнительного электрического поля, влиять на свойства получаемых в этом процессе покрытий.

Счастливая мысль и *вовремя*. Далее способ “КИБ” быстро обрел самостоятельность, стал развиваться по собственному сценарию. Началось интенсивное увлекательное изучение особенностей и возможностей плазмы вакуумной дуги.

Так как степень ионизации дуговой плазмы была все же не полной, в ней были, кроме ионов и атомы, поэтому при нанесении покрытий одновременно шли два процесса: конденсация атомов на более холодную, чем у катода, поверхность и бомбардировка ее заряженными частицами-ионами. Отсюда и название этого процесса – КИБ – Конденсация с Ионной Бомбардировкой. Установки для его осуществления получили, по-видимому, удачное название – “Булат”.

Прежде всего, изучая особенности «нашей» плазмы, которая может состоять из атомов и ионов практически любого вещества, мы были

1967 the first vacuum-arc sorption pump – the “founder” of AWED-pumps family appeared.

Evident merits of new pumps – high pumping rate (up to 80000 l/sec), oil-free vacuum, simplicity and reliability – all this allowed them to take proper place in solution of the problem how to get perfect vacuum in great volumes with high gas emission. In particular, the very first samples of the pumps were used in aircraft industry for removal of hydrogen from large titanium parts of the Soviet supersonic airplane TU-144. Design and parameters of the pumps were improved constantly.

It was quite natural, that we used one of the best modification of AWED to get vacuum of 10⁻⁷ mm Hg in the large stellarator “Uragan-3” with the chamber volume of 70 m³. The “cold” plasma of arc discharge had to take part in production and confinement of ther-monuclear plasma, her “high-temperature” sister.

Soon, in the course of experiments on the “Uragan” the attention was paid to the complaints of laboratory assistants, who could hardly remove titanium layers from the inner parts of the pumps. By that time we had found with the surprise, that more than three-quarters of vacuum arc plasma consisted of titanium IONS! That meant, that they were the main trans-porters of cathode substance. The ion current reached magnitude of tens of amperes. The ions could be controlled, and that led to a natural idea to affect the properties of achieved coatings by changing ion energy with the help of additional electric fields.

The lucky idea and *just in time*. Very soon the CIB-technique became independent and began its own development according to its own scenario. An intensive and very fascinating study of vacuum arc plasma features and possibilities started.

As the ionization of arc plasma wasn’t complete, there were also neutral atoms along with ions. That was why during the deposition of coatings two processes took place simultaneously: atom condensation on the surface, that was colder than cathode, and its bombardment by charged particles – ions. The name of the process (CIB) meant Condensation with Ion Bombardment. The equipment for its realization seemed to get proper name – BULAT.

First of all, studying the features of “our” plasma, which could consist of atoms and ions of practically any substance, we were impressed by the exciting outlook of really creative work. Possibility to control

поражены захватывающей перспективой истинного творчества. Возможность управлять с помощью электрического и магнитного полей энергией ионов и направлением их движения, возможность использовать одновременно, (имея несколько катодов из различных материалов), ионы различных масс и зарядов открывали заманчивую перспективу получения *новых* материалов. Как особо чистых, так и различных (в том числе и необычных), соединений и сплавов в виде покрытий, в том числе многослойных с различными свойствами слоев.

Важной особенностью этих процессов, в отличие от идущих в природе, является их *неравновесность*, “принудительное” внедрение ионов, вступающих в реакцию на обрабатываемой поверхности. При этом регулируемая энергия ионов может быть значительно выше, чем в обычных химических реакциях. Важно также отметить, что вещество в плазменном (ионном) состоянии имеет повышенную химическую активность. Так мы вошли в новую область *неравновесной плазмохимии высоких энергий*.

Одним из первых результатов было получение в 1970-м году А.А.Романовым и А.А.Андреевым при использовании графитового катода первой синтезированной пленки алмазоподобного углерода с микротвердостью, приближающейся к твердости природного алмаза.

Вскоре были получены износостойкие покрытия из нитрида молибдена на разных изделиях, в частности, поршневых кольцах мощных дизельных двигателей. Микротвердость этих покрытий, заменяющих гальванические, была в 5 – 6 раз выше, чем у массивного материала.

Важным обстоятельством было то, что процесс шел удивительно быстро. Для нанесения покрытий толщиной (3 – 5 микрон) требовалось несколько минут. Вот так, научившись создавать новые материалы, наша плазма “вторглась (!!) в чужую область” – физику твердого тела.

Законченную к тому времени плановую тему по разработке насосов, которую вел Леонид Саблев, “натолкнувшуюся” на новый эффект, я продолжил своим решением, не имея на то, с точки зрения бухгалтерии (!), никакого основания. Последствия этого шага, открывшего целое новое направление в плазменной технологии, оказались впоследствии не столько приятными, сколько наоборот. “Инициатива наказуема”. Эта извечная истина сработала безотказно и на сей раз.

В те 70-е годы существовал обычай обмена информацией между наукой и промышленностью под названием “Дни науки”. В научно-промышленном Харькове это, безусловно, имело смысл.

Делегации ученых институтов и делегации инженеров заводов обменивались визитами. На-

with the help of electric and magnetic fields the energy and motion direction of ions and to use in the same time ions of different mass and charge (from several cathodes of different materials) opened a tempting way to create quite new materials: not only super pure, but also different (including unusual) compositions and alloys in the form of coatings, including multilayer ones with different properties of the layers.

An important feature of these processes (in contrast to natural ones) is their *non-equilibrium* state and “forced” penetration of the ions into the surface, where they start to react. Here controllable ion energy can be much higher than in ordinary chemical reactions. It’s also important to note, that substance in plasma (ionized) state has higher chemical activity. So we entered the new field of *high-energy non-equilibrium plasma chemistry*.

One of the first results was achieved in 1970, when A. Romanov and A. Andreyev using graphite cathode synthesized the first diamond-like carbon film with micro hardness ranged up to one of the natural diamond.

Soon durable coatings of molybdenum nitride on different hardware were obtained, in particular, on the piston rings for powerful diesel engines. Those coatings could substitute electroplating, while their micro hardness was 5 to 6 times higher than that of bulk material.

It was also very important, that the process went surprisingly quickly. It took only several minutes to obtain coating of 3 – 5 microns thick. So, as our plasma “learnt” how to produce new materials, it “*penetrated (!) the alien territory*” – solid-state physics.

By that time planned program of vacuum pump development headed by Leonid Sablev, where the new effect was found, was over. I prolonged it by my own decision, though there was no reason from institute bookkeeping’s point of view. The consequences of that step, that opened the new branch in plasma technology, were, alas, not so pleasant. On the contrary. The everlasting principle “initiative must be punished” acted reliably also at that time.

In the 70th in the Soviet Union there was a custom of information exchange between science and industry called “The Days of Science”. In such a scientific and industrial center like Kharkov it, of course, made sense. Delegations of scientists from research institutes and of engineers from big plants paid each other visits. Maybe those visits often were quite formal, but once the meeting in our institute with the leading engineers of the 8th State Bearing plant transformed from a traditional action into something very constructive.

верное, эти визиты во многих случаях могли проходить и формально, но в нашем институте при встрече с ведущими инженерами 8-го подшипникового завода это обычное мероприятие однажды оказалось совсем “небезобидным”.

К тому времени у нас уже получались прочные покрытия из нитрида молибдена на металлах. Мы и предложили директору завода М.А. Дербуну сделать им “вечные” подшипники, имея в виду, что дисульфид молибдена, кроме твердости, обладал еще и смазывающими свойствами. Он ответил примерно так: – “Мне такие подшипники ни к чему. Мне нужно, чтобы подшипников как можно больше покупали. А вот, если сделаете так, что отрезные резцы на станках-автоматах будут работать больше одной смены, скажем спасибо”.

Через пару дней партия отрезных резцов с покрытием из нитрида титана отработала на заводе вместо одной три смены и без заметного износа! Поразились заводчане. Удивились и мы, сами такого не ожидали.

После этого мы еще несколько раз по просьбе завода упрочняли различные резцы. “Наши” резцы имели приятный золотистый цвет, и вскоре мы узнали, что у рабочих они и получили название “золотых”. Всем хотелось работать именно с ними – резцы позволяли увеличить выработку. Токари начали их прятать друг от друга. Чем не истинное признание народом пользы науки!

Но это было только начало: потом упрочненные резцы показывали увеличение износостойкости и до 8-ми раз, да еще и при повышенной скорости резания. Завод решил свою давнюю проблему с нехваткой наладчиков станков, в цехе станков-автоматов повысилась производительность труда, в целом наметилась в перспективе большая экономия дефицитного режущего инструмента.

Конечно, мы не могли постоянно снабжать завод упрочненными резцами, встал вопрос об организации на заводе своего специализированного участка на основе установки “Булат”.

В это время в Чехословакии торжественно вводилась в действие первая в стране атомная электростанция, для которой наш институт разработал тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы), и наш директор И. находился там, в длительной командировке.

Оставаясь за директора, как первый его заместитель, я и посмел сделать еще один рискованный шаг – включил изготовление институтом двух “Булатов” для харьковских заводов – 8^{го} подшипникового и имени Малышева, как было принято

By that time we had already obtained firm molybdenum nitride coatings on metals. We offered to M. Derbunov, the director of the plant, to make “bearing for ages”, meaning that molybdenum disulfide gave not only hardness, but also had lubricating properties. His answer was of a kind: “I do not need such bearings. I need my bearings to be bought as many, as possible. But if you make parting-off tools on our automatic lathes to work more than one shift, we’ll be very grateful”.

In several days our lot of parting-off tools with titanium nitride coatings worked three shifts instead of one and didn’t show any noticeable wear! People at the plant were impressed. We were also surprised; no one could expect such a result.

After that we hardened some more lots of different tools at the plant’s request several times. “Our” tools had beautiful goldfish color, and soon we knew, that the workers called them “golden tools”. Everybody wanted to work with them: they provided increasing productivity. Turners began to hide them from each other: very demonstrative people’s recognition of the usefulness of science!

But it was only the beginning. Later the hardened parting-off tools showed durability increase up to 8 times and even at higher cutting speeds. The plant solved his old problem with machine adjusters, the productivity in the shop of automatic lathes rose high, and appeared a good outlook to spare cutting tools in short supply.

Of course, we couldn’t provide the plant with the hardened tools all the time. The question arose about the arrangement at the plant of its own tool-hardening department with BULATs.

At that time atomic power station in Czechoslovakia the first was being put into operation. The institute designed heat-releasing elements for it and our director I. was there on a long business trip.

Substituting him as the first deputy director, I dared for one more risky step – I included manufacturing of two BULATS for the 8th State Bearing plant and the Malishev plant, as it was usual in those years, to the plan of socialist labor pledge of our Ministry for medium machine-building, dedicated to the 1st May holidays. This guaranteed quick fulfillment of the work by Institute workshops.

The events went on exactly that way. My risk was in the fact, that for these works there was no expenditure item in Institute’s budget. But luckily, this crying financial discipline violation was found out only when both machines BULAT-2, specially intended for hardening parting-off tools, were already suc-

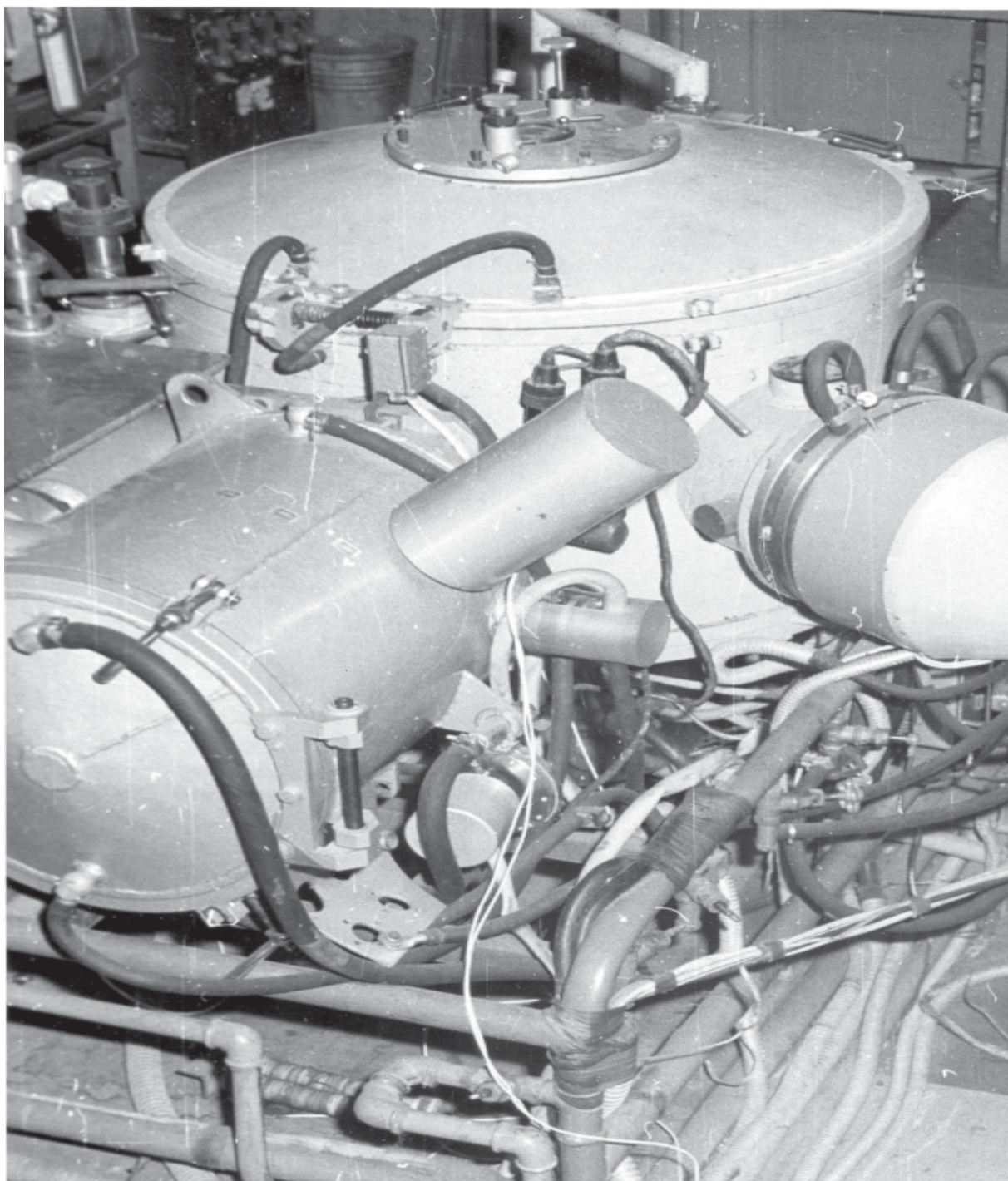


Рис. 1. “Булат-2” – специализированная установка для упрочнения режущего инструмента на харьковских заводах.

Fig. 1. (B-2) “BULAT-2” – specialized machine for cutting tools hardening at Kharkov plants.

в те годы, в план предпраздничных обязательств министерства Среднего машиностроения, кажется к 1 Мая 1972 года. Это гарантировало быстрое выполнение работы мастерскими института.

Так и получилось. Риск же состоял в том, что для такой работы, опять – таки, не было предусмотрено статьи расходов. Но, к счастью, это вопиющее нарушение финансовой дисциплины было обнаружено, только когда уже обе установки “Булат-2”, специализированные для упрочнения резцов, исправно работали на двух заводах Харь-

cessfully working at two Kharkov plants. My “bravery” wasn’t reckless at all: I sincerely believed, that our success was so convincing, that my action would be excused.

It must be said, that even without any experience of introduction of inventions into industry, we intuitively chose an optimal way. The machines, manufactured at our Institute, were installed with the help of workers, who were to work on them. So they

кова. “Храбрость” моя была вовсе не безрассудной: я искренне верил, что успех наш настолько убедителен, что мои действия будут оправданы.

Нужно заметить, что, не имея опыта внедрения разработок в промышленности, мы интуитивно выбрали оптимальный путь. Изготовленные в институте установки монтировались с участием работников заводов, которым предстояло на них работать. Так они с азав осваивали новую для себя технику. Потом под нашим наблюдением они участвовали в упрочнении резцов, привозимых с заводов. Когда же мы убедились в самостоятельности учеников, установки были перевезены из института на подготовленные за это время на заводах участки и через неделю полным ходом уже давали продукцию – упрочненные резцы.

Такой способ внедрения нового в непривычную среду, исключал неизбежные трудности этого процесса: непонимание, недоразумения, взаимные упреки при неудачах и т. п. Кто-то точно назвал его “утробным”. Но, разумеется, способ годился только для внедрения первых образцов. При массовом внедрении, а только оно имело смысл для промышленности, он не годился; никакой научно-исследовательский институт не в состоянии столько и долго “вынашивать” что-либо.

Вообще термин “внедрение” удивительно неудачен. Его можно интерпретировать и так: “насильственное вторжение инородного тела в сопротивляющуюся среду”. Согласитесь, в таком случае трудно создать в этой самой среде благоприятные условия для такого процесса.

Триумфатором вернулся из Чехословакии наш директор И. после пуска первой в ЧССР атомной электростанции. Мое “самоуправство”, “злонамеренное нарушение финансовой дисциплины” и все остальные “грехи” были тут же раскрыты. Дело осложнялось также и тем, что перед своим отъездом директор успел выразить свое неудовольствие моим необоснованным “увлечением” технологией покрытий. Это была тематика курируемого им отделения – физического материаловедения, и здесь он был, в общем-то, прав. Вот только такого выхода в промышленность у них не было. А успехи если и были, то, как они говорили, хранились в неких отчетах. Мы же, не делали секрета из нашего успеха, более того, пытались обсуждать свои результаты с ними, материаловедами. Откровенно говоря – ждали одобрения специалистов.

Увы, “обсуждения” начались с насмешек типа: – “Занимайтесь своей плазмой и не лезьте в чужой огород. Мы на покрытиях собаку съели. Что это вы там открыли? А вот что касается результатов отдельных испытаний ваших резцов на заводах, то еще надо посмотреть, как их там ис-

could study the new equipment from the very beginning. Then, under our supervision, they took part in the hardening of tools from the other plants. When we got convinced of our pupils’ self-dependence, BULATs were delivered from the Institute to the prepared places at the plants. In a week they worked with full load, producing hardened tools.

This method to introduce something new to unusual surroundings excluded incomprehension, misunderstanding, mutual reproaches at failures and so on inevitable for such processes. Somebody precisely called it “uterine”. But, of course, this method could be of use only for the first units of new equipment. For mass introduction (and only that made sense for the industry) it didn’t fit: no research Institute was able to “bear” something so long and so hard.

In common, I find the term “introduction” to be very inadequate. One can interpret it as “forced intrusion of alien body into resistive environment”. No doubt, that it’s very difficult to provide for such process favorable conditions in this environment.

Our director I. came back from Czechoslovakia after putting into operation the first in the CzSSR atomic power station as a winner. My “arbitrariness”, “illintentioned violation of financial discipline” and all the other “sins” were immediately revealed.

There were also complications, bound to the fact that before his leaving the director had already expressed his displeasure with my groundless passion for coating technology. That was a subject of his own Department – the Department of material research. In general, here he was right, though their results had no such application in industry. If his department had any successes in that field at all, they were hidden somewhere in scientific reports, as we were said. We didn’t make secret of our achievements, and what is more, we tried to discuss with them, new materials physicists, our results. Frankly speaking we were waiting for an approval from specialists.

Alas, “the discussion” began with mockery of a kind: “Deal with your plasma and do not touch alien territory. In coatings we know our onions. What could you discover here? And as to results of the test for your tools at the plants, one must have a look at how you could achieve such victorious certificates of proof!”

The last remark suggested an idea of a new kind of interaction between science and industry that was strange for us. (It seemed, that our opponents “knew their onions” not only in coatings, but also in how to get appropriate test reports).

пытавали, и как вы смогли получить такие победные акты испытаний”.

Последнее замечание навело на новый, показавшийся нам странным, взгляд на стиль взаимодействия с промышленностью. (Похоже, наши оппоненты и в бумажных делах “собак ели”).

Просто, по-человечески, можно было понять оппонентов. Действительно у них опыт 20-тилетней работы. Мы же ворвались со стороны и “мутим воду”. Более того, невольно ставим под сомнение их достижения. Кто же такое простит?! Но как же быть с новым прогрессивным способом? Если он уже родился у плазмистов, то, значит, они способны “рожать” такое. Так может пусть живет и развивается там. Что же с этими плазмистами и их разработкой делать? Смириться? Помогать? А может, лучше и проще – *отнять...?*

В спорах мы могли уповать только на факты: на заводе никто резцы специально не испытывал, просто они стояли на станках и работали в несколько раз дольше обычных. Без хитростей и ухищрений. Это самые убедительные испытания. Нам казалось этого достаточно; факты “вещь упрямая”, но мы не учитывали, что эта поговорка у демагогов имеет продолжение – “тем хуже для фактов”.

Мы перестали “лезть на рожон” и продолжали свое дело уже без этих бесполезных обсуждений. Как выяснилось впоследствии, наши институтские оппоненты решили, что мы все же “одумались”, прекратили свою “незаконную” деятельность.

Итак, директор, вернувшись из успешной командировки, узнает, что мы не только не вняли его запрету заниматься “не своим” делом, но и пошли дальше: тайно (!) изготовили две больших плазменных установки и поставили их двум заводам!

Из Москвы был срочно приглашен курирующий наш институт чиновник министерства Г. Фигура абсолютно однозначная: этакий шекспировский персонаж – злодей со всех сторон и внутри. Себя он считал материаловедом. Увы, он мог заметно влиять на работу института; его, не умея возразить, “дисциплинированно” слушался наш директор. Вот директор и пригласил Г. в подмогу, чтобы со мною “разобраться”.

На прямой вопрос – откуда я взял средства на две установки для заводов, я так же прямо смог ответить: из бюджета руководимого мною отделения физики плазмы. А имел ли я право? Доводы, что открыт новый способ нанесения защитных покрытий, который, безусловно, полезен промышленности, были напрасными. Нарушение явное: чиновник был прав, а я, конечно, – нет.

Of course, we could understand them. They had really got 20 years of experience of researches. And we burst in from aside and “stirred up trouble”. What was more, we seemed unwillingly to cast doubt on their achievements. Who could forgive that? But what had to be done with the new progressive method? If it was already born at plasmists, that meant they in principle could give birth to something alike. Let it live and develop there? Well, what after all to do with those plasmists and their discovery? To submit? To help? Or maybe just to capture it – better and easier option?

In argues we could refer only to the facts: at the plants nobody tested our tools specially, they were in operation simply several times longer then ordinary ones. Without any tricks and cunning. Those tests were the most convincing. That seemed to us to be enough: “facts were stubborn things”. But we didn’t take in consideration, that by demagogues that proverb had an ending: “so much the worse for facts”.

We stopped “kicking against the pricks” and went on working without those useless discussions. Later it turned out, that our opponents decided that we at last changed our mind and put an end to our “illegal” activity.

So, our director came back from his successful business trip and found out, that we not only ignored the prohibition to deal with an alien subject, but also went on further: secretly (!) we manufactured two large plasma machines and delivered them to two plants!

Very urgently the functionary G from our Ministry in Moscow, responsible for our Institute, was invited. That figure was quite one-colored, a kind of Shakespearian character: such a villain from all points of view and inside too! He believed himself to be a specialist in materials physics. Alas, he could really influence the work of the Institute: our “disciplined” director obeyed him, being not able to object. So the director invited him for help to put me in my place.

For direct question where had I got money to make those two machines for the plants from, I had a direct answer – from the budget of my Plasma physics Department. And did I have any right? The argument that we discovered a new method to apply protective coatings, undoubtedly very useful for our industry, was useless. The violation was obvious: the functionary was right and I, of course, not.

To hold a final inquiry with “adventurers that meant to be discoverers of new methods”, I. and G. took me as a main respondent and A. Romanov as a

Чтобы теперь окончательно “разобраться с авантюристами”, возмнившими себя “открывателями” новых способов, И. и Г., прихватив с собою меня – главного ответчика и А. Романова – разработчика, решительно направились на заводы выяснить на месте истину с целью принятия мер. (Я до сих пор не могу понять, почему было такое оскорбительное недоверие. Что это на основании их собственного опыта, считая обман делом обычным?) Я едва успел по телефону предупредить директора завода М.А. Дербунова, что выезжает к нему мое разгневанное начальство, что надо мною сгущаются тучи.

Михаил Александрович Дербунов, к великому сожалению рано ушедший из жизни, сыграл во многом решающую роль в дальнейшей судьбе “Булатов”, активно способствовал их широкому внедрению в промышленности СССР.

Дербунов радушно встретил в своем директорском кабинете ученых гостей. Предложил чаю и сходу начал благодарить директора института И. и представителя Министерства за неоценимую помощь заводу. Он тут же сообщил, что одна установка “Булат-2”, упрочняющая отрезные резцы, дает экономический эффект в 115 тысяч рублей и это при ее собственной стоимости всего 30 тысяч. Причем он определил этот эффект только из расчета двукратного увеличения стойкости резцов, в то время как реальная их стойкость еще выше. Завод искусственно занижает эффект, т. к. не хочет, чтобы ему в такой же степени снизили фонд по резцам; они хотят иметь запас. Спасибо за прекрасную технологию, за обучение операторов. Установка работает надежно, без сбоев. Производительность высокая. На заводе издан приказ об обязательном упрочнении всего режущего инструмента.

Смотрел я на физиономии И. и Г. и испытывал редчайшее удовольствие. Немая сцена была впечатляющей, совсем как в финале бессмертной комедии Гоголя “Ревизор”.

Директору оставалось с достоинством принять благодарность. Куда ж денешься? Разговор продолжился в цеху, где стоял “Булат-2”. “Комиссия” благосклонно выслушала пояснения дежурного инженера по работе установки, даже поприсутствовала при выгрузке из нее обработанных резцов, имевших приятный золотистый цвет. (В этот раз наши резцы мне показались особенно красивыми)

И. делал вид, что не впервые видит “Булат” в действии. Он тут же деловым тоном дал мне указание о более тщательной подготовке технической документации по технологии.

– “Будет сделано”...

Умница Михаил Александрович! Как же он ловко встретил И., не дав ему и слова вымолвить! Ведь для дорогого нашего директора это был не

designer and with a firm step went to the plants “to uncover the truth on the spot” and to take proper measures. (Even today I can’t understand why did such an insulting distrust take place. It seems, that on the basis of their own experience they consider lies to be an ordinary thing.) Hardly could I manage to call M. Derbunov, the director of the plant, and warned him that my infuriated chiefs were coming and “the clouds were gathering over my head”.

Mikhail Alexandrovich Derbunov played in many aspects the decisive part in BULATs’ fortune and actively promoted their wide introduction into the industry of the USSR. Unfortunately, his life came to an end too early.

Derbunov gave the skilled guests a cordial welcome in his study, offered some tea and from the very start began expressing his thanks to director I. and to the Ministry representative for their priceless help to the plant. He immediately informed us that one BULAT-2, (his own cost 30000 ruble) involved into parting-off tools hardening, spared 115000 rubles. This saving-effect was calculated on the assumption of two-times durability increase and in reality it was much higher. The plant un-derestimated the figures of the effect intentionally: they were afraid they could get less money for tools to the plant’s budget next year, they wanted to have a reserve. He thanked for the wonderful technology and for operators’ training. The machine worked reliably, no problem. The productivity was high. At the plant was issued an order about an obligatory hardening of all cutting tools.

Looking at the physiognomies of I. and G. I experienced a rare pleasure. The “mute scene” was impressive, very alike to the final of Gogol’s immortal comedy “Revisor”.

Nothing else remained to our director, but to accept the gratitude with dignity. He had nothing else to do. The conversation continued in the shop near working BULAT. “The commission” favorably listened to the explanations of the engineer on duty and even observed unloading of treated tools that had a pretty goldish color (this time our tools seemed especially beautiful to me).

I. made a show of seeing the BULAT in operation before. Just on the spot he in a business manner gave me instructions about more careful preparation of engineering specifications as to the new technology.

– “Jawohl!”....

What a clever man was that Mikhail Alexandrovich! How he met I. and even did not give him any chance to say a word! For our director it wasn’t

просто “холостой выстрел”, это было поражение. Чего же на проверку стоили его пренебрежительные насмешки над «авантюристами»? С этого момента он начал понимать, что опоздал придумать “Дитя термояда” в эмбриональном состоянии. В последующие годы уважаемому директору пришлось играть уже привычную роль статиста и в деле невиданно успешного широкого внедрения в промышленность СССР и продаже лицензии за рубеж ценной разработки института.

Потом Дербунув мне рассказал, что в цехе он успел отвести в сторонку чиновника Г. и разъяснил ему, что если тот впредь будет мешать Толоку и людям, делающим государственной важности дело, то он, Дербунув, оставит на время все свои дела и займется Г. лично уже как депутат Верховного Совета.

Ободренный такой решительной поддержкой, я не удержался (грешен, не отказал себе в удовольствии) напомнил, что нужно еще посмотреть “Булат” на заводе имени Малышева. Однако туда “проверяющие” благоразумно решили уже не ехать.

Директор подшипникового завода не зря предложил нам испробовать новый способ для упрочнения резцов. В стране катастрофически не хватало вольфрама для изготовления качественного режущего инструмента. Появилась надежда решения возникшей проблемы путем нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент из недефицитных сталей.

И вот в то (“печальнозастойное”?) время секретарь городского комитета коммунистической партии собирает у нас в институте совещание главных инженеров заводов Харькова. Собралось более 20-ти человек, людей умудренных опытом ответственной нелегкой работы. Цель совещания: сообщение о новом способе значительного повышения стойкости режущего инструмента.

Мой короткий доклад о научных основах способа КИБ на присутствующих не произвел впечатления. Слушали вежливо. Оно и понятно: мало ли что могут эти ученые придумать в своих лабораториях, и раньше слышали они не раз о разных “открытиях”. На заводах ведь иное дело, здесь все проще и строже, далеко не все приживается.

Вопросы мне задавал только один человек. Все они касались научной стороны дела; многое было ему непонятно. Наконец, председательствующий не выдержал и спросил:

– Вы, товарищ, с какого завода?

Присутствующие дружно рассмеялись, когда услышали ответ:

– Из этого института.

simple “blank shot”, it was a defeat. His slighting mockery at “adventurers” cost nothing in reality. From that very moment he began to understand that he lost his time to strangle “the child of thermofusion” in the embryonic state. In subsequent years our honored director was compelled to play a minor role in the great business of unprecedented introduction of that innovation into the industry of the USSR and further selling of the proper license abroad.

Later Derbunov told me that in the shop he took functionary G. aside and explained him that if he prevented Tolok and other people from performing the matter of national importance he, Derbunov, would put aside all his business for a while and, as a Deputy of the Supreme Soviet in those times, would deal with him personally.

Inspired with such a firm support, I couldn't resist the temptation to get an extra pleasure and reminded that we all had also to have a look of one more BULAT at the Malyshev plant. But our “inspectors” reasonably decided to cancel that visit.

It was not a coincidence that the director of the Bearing plant suggested us to prove our new technique for cutting tools hardening. In our country there was an acute shortage of tungsten for high quality tools manufacturing. And here appeared the chance to solve this problem by deposition of durable coatings on the ordinary steel tools.

In those (“sad stagnation”) times the Secretary of the city committee of the CPSU convoked at our Institute a production meeting for the chief engineers of Kharkov plants. More than 20 of those people came with an experience of a very responsible and hard work. The aim of the meeting was information about a new method for considerable durability increase of the cutting tools.

My short report about the scientific basis of the CIB-technique didn't impress those present. I was only politely listened to. It was understandable: scientists could invent anything in their laboratories; there were also “discoveries” before. The situation at the plants differed from that in laboratory: more simple and strict, not everything could get accustomed there.

Only one man put me questions. All of them were connected to the scientific aspect, many things he couldn't understand. At last the chairman couldn't bear it any longer and asked:

– Comrade, what plant are you from?

All of us burst out laughing when we heard the answer:

– I am from this Institute.

Это был С., один из ведущих сотрудников соседнего отделения, разрабатывающий технологию нанесения покрытий традиционными способами. Действительно, обо всем ведь можно было расспросить меня и ранее, было бы желание. Да, видно не хотели воспринимать нас всерьез ближайшие соседи. (“Никто не пророк в своем отечестве”). Я посоветовал ему послушать на этом совещании работников заводов, эксплуатирующих установки.

Но вот выступили главные инженеры двух заводов: 8-го ГПЗ и им. Малышева – обладатели “Булатов”. Они и сообщили своим коллегам на понятном им языке что: установки работают в заводских условиях надежно, используемые обычно резцы неважного качества с низким содержанием вольфрама (сталь Р6М5) после нанесения на них покрытия из нитрида титана толщиной всего 3 – 5 микрон показывают увеличение стойкости от 3-х до 8-ми раз в зависимости от режимов резания. Стоит установка 30 тысяч рублей и окупается в невиданно короткий срок – в течение одного квартала, если считать увеличение стойкости всего в два раза (!).

Вот их слушали внимательно и донимали вопросами по существу. Беспокоила, в частности, наших производственников работа с вакуумом; был он для нашей промышленности еще в диковинку. Ответы удовлетворили самых недоверчивых.

Председательствующий в конце заседания спросил аудиторию: хотели бы присутствующие иметь такие установки у себя на заводах? Все дружно ответили утвердительно.

– Ну, тогда давайте их и изготовим для себя.

Вот так оперативно в кратчайшие сроки в Харькове впервые была изготовлена серия из 20-ти “Булатов” для заводов города. Рабочие чертежи, выполненные опытными конструкторами института (А.С. Тугушев, Ю.И. Долотов, Козлов В.Н. и др.), были распределены между заводами, каждый изготавливал свою часть. Сборщиком готовых узлов был назначен Тракторный завод, наш институт – консультантом и временами наладчиком. И самое удивительное – все части состыковались! Установки начали работать на заводах города и области.

Однако, по существующим в стране правилам, наша “самодельность” с новой технологией должна была быть узаконенной официально соответствующими союзными организациями, чтобы получить “путевку в жизнь”. Для этого и были в стране по отраслям определены головные институты. Нам следовало передать свою разработку на суд самой компетентной организации в стране – институту ВНИИинструмент –

It was S., one of the leading researchers of the neighbor department, who dealt with the traditional coating techniques. Really, if there was his own wish, he could put all his questions before. It was clear that our nearest neighbors did not want to accept us seriously. (“No prophet is accepted in his own country”.) I advised him to listen at this meeting to the representatives of the plants, where our machines were in operation.

Then followed the reports of chief engineers from the BULATs owners – the 8th Bearing plant and the Malyshev plant. They informed their colleagues in terms understandable for them: the machines operated in production conditions reliably, ordinary cutting tools of poor quality steel with low content of tungsten (R6M5) after the deposition of titanium nitride coating of only 3 to 5 microns thick demonstrated durability increase of 3 to 8 times depending on the cutting mode. Having the own cost of 30000 rubles the machine suggested an unbelievable short payback period of only three months, and this period was calculated on the condition of only two-times durability increase for hardened tools (!).

Those people were listened to with a real great attention and were attacked by many substantial questions. In particular, the engineers were concerned with usage of vacuum: in those times it was a very unusual thing for our industry. The answers satisfied even the most mistrustful ones.

At the end of the meeting the chairman asked if those present wanted to have such machines at their plants. The unanimous answer was positive.

– Then lets build them for ourselves.

In such a manner in Kharkov in very short terms was manufactured the first lot of 20 BULATS for the plants of the city. Production drawings by the experienced Institute designers (A.S.Tugushev, J.I.Dolotov, V.N.Kozlov and others) were distributed between the plants, each of them performed his own part of the work. The assembly was prescribed to the Tractor works, our Institute was a consultant and sometimes an adjuster. The most surprising thing was that all the parts from different manufacturers matched! So our machines were put into operation at the plants of the city and the region.

But according to the rules acting in the USSR, to get its start in life our “amateur activities” with the new technology should be officially approved by the appropriate organizations. For this purpose every branch of industry in that country had a special chief research institute. We should get a judgment of the most competent organization in the country – the All-union Scientific Research Institute for tools (ASRIT) from the Ministry for Machine and Tools industry of the USSR.

Министерства Станкоинструментальной промышленности СССР.

Дальнейшую “булатную” историю следовало бы излагать в жанре детектива. Было в ней для этого (кроме стрельбы) все, вплоть до криминала. Как положено, мы изготовили большую партию упрочненных резцов и отправили в Москву для испытаний специалистами по резанию. Стали ждать результатов, разумеется, положительных. Но Москва молчала. Это длилось очень долго. Не дождавшись ответа на наши письменные запросы, я отправил во ВНИИинструмент молодого сотрудника Володю Локошко. Вернулся он очень скоро. Войдя в мой кабинет, положил на стол *нечто*. Выражаясь кратко — это были *останки* наших резцов. Часть сломанных, часть пережженных чрезмерно сильной подачей при резании. Можно было опешить от такого “сюрприза”.

Молодец Локошко: он, не представляясь начальству, отправился прямо в цех, где испытывались инструменты. Там сразу увидел знакомые золотистые резцы и то, что от них осталось. Поинтересовался откуда, мол, этот брак. Токарь-испытатель ему и ответил, что какие-то провинциалы прислали, а начальник сказал, что эти резцы никуда не годятся, пусть он их хорошенько “погоняет” на запредельных режимах. Что “испытатель” и сделал. Локошко незаметно прихватил часть этого брака и привез в Харьков.

Раздосадованный, я получил возможность “отвести душу”, убедительно демонстрируя результаты этих “испытаний” в разных местах ответственным людям. Прежде всего, показал заведующему кафедрой резания учебного Московского института – Мосстанкин’а, профессору И.П.Третьякову, крупному специалисту по резанию, впоследствии не раз оказывавшему нам консультативную помощь.

Он поглядел на эти “резцы” и только бросил коротко:

– Хулиганство.

Показал в Кремле в Совете министров е заведующему отделом Гриненко. Наконец начальнику главка ГКНТ СССР Лыскову, приложив к ним официальные акты испытаний таких же резцов на двух Харьковских заводах, подтверждающими увеличение их стойкости в 3 раза. Это произвело убийственный эффект, потому что резцы “испытанные” специалистами головного института страны и испытанные на заводах были из одной партии, что и было заблаговременно нами запроотолировано. Откровенно говоря, мы не рассчитывали, что это пригодится; просто сказала полезная привычка экспериментаторов проверять получаемые результаты несколькими способами и иметь контрольные образцы для сравнения.

The further history of BULATS had to be set out in writing as a detective story. Besides shouting it included everything, even crime. As it was supposed, we produced a big lot of hardened tools and sent it to Moscow for testing by specialists in cutting and began to wait for the results (positive, of course). But Moscow kept silence. It lasted very long. Having no answers for my letters, I sent to the ASRIT our young worker Volodya Lokoshko. He came back very quickly. He entered my study and put *something* on the table. Those were *remains* of our cutting tools. Some of them were broken, some were burnt through by too quick advance during cutting. Anyone could be taken aback by such a “surprise”.

That Lokoshko was a very smart young man: without introducing himself by the bosses of the Institute, he went straight to the shop where the tools were tested. He immediately saw the familiar goldish cutting tools and what remained from them. He asked where did they get that spoilage from. The test operator answered, that some provincials sent them those tools. His chief said, that they were of no use and ordered “to turn them out” in extreme cutting modes. “The tester” fulfilled the order. Lokoshko hid some of that waste and brought it to Kharkov.

I was upset but got a chance to unburden my heart by visual demonstration of such “test” results to different responsible people in different organizations. First of all I showed them to Professor I.P.Tretyakov, the head of the chair of cutting in MosStankIn – a specialized educational institute in Moscow – and one of the chief specialists in cutting, who later helped us very much with his consultations.

He looked at those “tools” and said very shortly: – Hooliganism.

I also showed them to Comrade Grinenko, the head of Department of the Council of Ministers in Kremlin and at last to Comrade Lyskov, the head of the Central administrative board of the State Committee for Science and Technology (SCST) of the USSR. To the broken samples were enclosed the official test reports of the same tools from two Kharkov plants, where the three-times durability increase was confirmed. The effect was “killing” because the tools that were “tested” by the specialists of the chief research Institute of the country were from the same lot: that was confirmed by a proper record. Frankly speaking, we didn’t know that such record could be of any use for us. There worked an old habit of experimental researchers to check the

В общем, произошел скандал. На коллегии Государственного комитета по науке и технике (ГКНТ) СССР вместе с моим сообщением о новом способе упрочнения поверхности металлов “оценили” должным образом и роль ВНИИинструмента в развитии его отрасли. Солидное впечатление на коллегии произвело выступление специалиста по обработке металлов резанием пожилого маститого профессора И.П. Третьякова. Иван Петрович дал высокую оценку нашей работе, по – моему, даже с некоторым преувеличением наших бойцовских качеств.

results by different methods and to leave some original samples for monitoring to compare with.

Generally, there was a scandal. At the meeting of the SCST board, where I made a report about the new technique for metal surface hardening, the role of the ASRIT in development of the whole branch was appropriately “evaluated”. Those present were considerably impressed by the report of eminent Professor I.P. Tretyakov, specialist in metal treatment by cutting. Ivan Petrovich gave our work a high rating, maybe even with some overestimation of our “fighting conditions”.

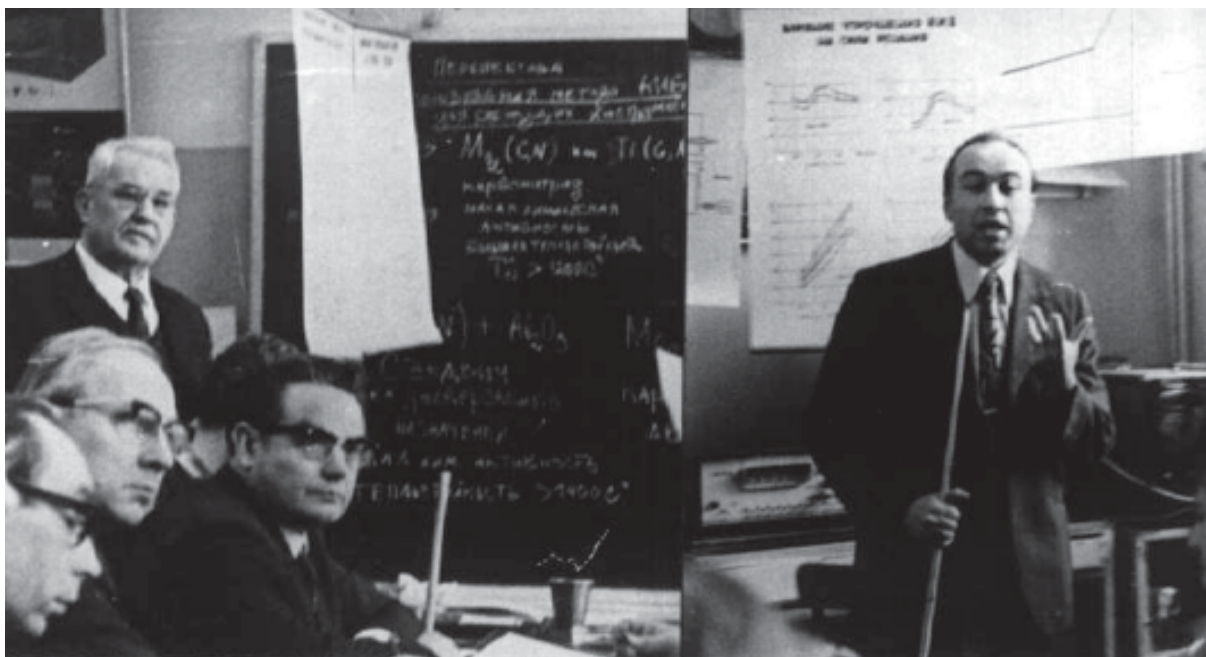


Рис. 2. Доклад о “Булатах” в Государственном комитете по науке и технике СССР.

Fig. 2. The report about BULATs at The State Committee for Science and Technology of the USSR.

А в чем же “хулиганство”? В простой “житейской” ситуации. Головной институт, “законодатель мод” по режущему инструменту, “хозяин” в стране успешно вел переговоры с известной шведской фирмой “Сандвик карамант” о приобретении у нее лицензии на способ упрочнения режущих инструментов. По ходу дела намечались заманчивые, редкие в те времена зарубежные командировки, интересные встречи... А тут “возникают” провинциалы из Харькова и предлагают свой “доморощенный”, пусть даже и хороший способ, но явно неуместный. Могут все испортить...

And what about “hooliganism”? There was quite an “ordinary” explanation. The chief institute, “arbiter” in the field of cutting tools and the “master” in that country was carrying on negotiations with the well known Swedish company “Sandwik Caramant” about purchase of a license for the cutting tools hardening technique. In that process were planned rare in those times business trips abroad, interesting contacts... And here those provincials from Kharkov appeared and offered their own “home-bred” method; even if it was good, it was obviously irrelevant. That could spoil all plans ...

Откровенно говоря, тогда даже как-то не верилось, что можно поступать вот так – откровенно грубо, неумно. Может, они просто рассчитывали на привычную безнаказанность.

Frankly speaking, then it was hardly believable that one could act so roughly and foolishly. Maybe they simply counted on their usual impunity.

Коллегия ГКНТ одобрила нашу разработку. И тут нами уже занялись всерьез. Была создана

The meeting of the SCST board approved our development. And here we were involved very seriously. There was established a special SCST

специальная комиссия ГКНТ под председательством московского профессора Симонова, которая в сжатые сроки произвела ревизию ситуации с режущим инструментом в СССР. Были проведены сравнительные испытания всех существующих и применяющихся способов упрочнения резцов. Доклад комиссии вдохновил: наша технология оказалась лидером во всех испытаниях. Вот вам и дилетанты.

Но как же мы были тогда, простите, наивны. Членам этой комиссии, состоящей из работников различных отраслевых институтов страны, мы с удовольствием рассказывали о своей работе. Нам нравилась их заинтересованность. Они же старательно делали записи. Потом мы вдруг стали узнавать о появлении нашей технологии в других местах, например, во Всесоюзном научно-исследовательском институте автомобильной промышленности, где о нас даже не упоминали.

“Булатными” делами уже занимались на самых “верхах”: Центральные комитеты компартии СССР и Украины, Советы Министров СССР и Украины, ГКНТ СССР, Харьковское руководство.

Ну а, в общем, произошло вот что: в традиционный устоявшийся ход событий неважно в какой области, где прочно утвердилось мнение и идеи ставших непререкаемыми авторитетов, внесли в большой мере случайно, со стороны, люди, не обязанные знать обычаи и правила поведения в той области. Они поступали по своему разумению и не опасались эти правила нарушить. Нетрадиционный подход к решению задач, привнесение в одну область знаний идей и методов из другой, пусть даже очень далекой области, не раз давали неожиданные результаты.

После “экзаменов”, успешно выдержанных нашими “Булатами”, в 1974 году вышло обширное Постановление Совета Министров СССР о широком внедрении передовой технологии упрочнения режущего инструмента в масштабах Советского Союза. Заводам союзного Министерства электротехнической промышленности в Новосибирске и Саратове было поручено начать серийное изготовление установок “Булат” по техдокументации нашего института.

Этим же Постановлением для ХФТИ был выделен фонд зарплаты на 40 вакансий для развития работ. Высочайшая поддержка позволила мне организовать уже специальную лабораторию, руководить которой в 1974-м году я пригласил высококвалифицированного специалиста по плазме, доктора наук В. Г. Падалку. Я уже ничего не тратил на технологию “из кармана” термояда. Был “оправдан”. В тематическом плане отделения была оформлена “совершенно за-

commission, leaded by Professor Simonov from Moscow, that in very short terms revised the situation with cutting tools in the USSR. All existed and applied tool hardening techniques were comparatively tested. The report of the commission gave us even more enthusiasm: our technology was the leader of all the tests. Here we were, “dilettantes”!

But how, so to say, naive we were in those times! We gladly told about our work to the members of the commission that was formed of the leading specialists from research Institutes. We enjoyed their interest. And they made notes. Then we suddenly began to get information that our technology appeared in other places, for example in the All-union research institute for Automobile Industry. And we weren't even referred to!

The highest authorities were already occupied with BULAT business: the Central Committees of the Communist parties of the USSR and the Ukraine, the Councils of Ministers of the USSR and the Ukraine, the SCST of the USSR, Kharkov governing body.

In general, the following happened: into the course of events in definite field of activity (it didn't matter in what exactly), where ideas and opinions of indisputable authorities were already firmly established, interfered people, to a considerable extend accidentally, who were not obliged to know the habits and rules of behavior in that field. They acted to their own understanding and weren't afraid to break those rules. Untraditional approach to the problem solution, transfer of ideas and methods from one branch into another, even very remote, more then once gave unexpected results.

In 1974, after our BULATs successfully passed all “exams”, the Decree of the Council of Ministers about the extensive introduction of the progressive method for cutting tools hardening on a scale of the Soviet Union was issued. The plants of the Ministry for Electro-technical industry in Novosibirsk and Saratov were employed to begin a lot production of BULATs on the basis of engineering specifications of our Institute.

According to that same Decree the KPTI got a wages fund for additional 40 vacancies to develop our work. The highest support allowed me to form a specialized laboratory, which was headed by the V.G.Padalka Doctor of Science in Physics, a highly skilled specialist in plasma physics, whom I personally invited for that work in 1974. That time I didn't spend anything from the budget of thermo nuclear researches and was declared “innocent”. In our plan

конная” долгосрочная научная программа “Булат” под моим научным руководством.

Постановление Совета Министров СССР было громоздким и выполнялось медленно, но на родной Украине дела пошли веселее. За дело взялся Григорий Иванович Ващенко – первый заместитель председателя Совета Министров УССР. Ранее он руководил Харьковом и о “булатной” эпопее знал не понаслышке. Он и поступил “по-харьковски”: не дожидаясь указаний сверху, организовал серийное изготовление “Булатов” испытанным в Харькове методом кооперации, но уже в масштабах Украины.

Чертежи узлов установки снова были распределены между 19-тью заводами республики, сборщиком назначен завод им. Горького в Киеве. Таким образом, в течение ряда лет в Украине изготавливалось по 100 – 200 “Булатов-3” в год. Их распределением занимался Совет министров Украины. Часть установок вскоре оказалась у предприимчивых хозяев малых предприятий.

Так наше “Дитя термояда” вышло из-под опеки родителей и зажило самостоятельной жизнью. Мы уже давно не знаем, сколько их в мире, многие не знают «родителей» “Булатов”, более того, появились лжеродители. Вот это уже обратная сторона бескорыстной передачи в промышленность результатов фундаментальных исследований. Короче: как мы теперь говорим, утешая себя, “наша песня стала народной”. Ну что ж, это и есть настоящее признание.

Григорий Иванович Ващенко оставил о себе добрую память не только у харьковчан, но и у всей Украины многими хорошими делами. Вспомнился любопытный случай: однажды я показал ему одно любопытное изделие, и он тут же свел меня с директором института. Сверхтвердых материалов В. Н. Бакулем.

Валентин Николаевич Бакуль уже тогда был знаменит успешным освоением технологии получения промышленных искусственных алмазов для металлообрабатывающих инструментов.

Используемый ими известный метод состоял в переводе углерода из состояния графита в алмаз. Для этого порошок графита нужно было нагреть до высокой температуры и сжать большим давлением. Метод требовал использования громоздкого оборудования – печей и прессов. В результате получался мелкий порошок алмазоподобного углерода, который нужно было, затем крепить на инструменте.

При встрече со знаменитым Бакулем, любезно показавшем мне и В.Г. Падалке обширную впечатляющую выставку институтских достижений, я неожиданно для него задал вопрос:

appeared a quite “legal” long-term research project “BULAT” under my scientific lead.

The Decree of the Council of Ministers of the USSR was very bulky and fulfilled slowly, but in the native Ukraine our work progressed more vividly. Gregory Ivanovich Vaschenko, the first Deputy Chairman of the Council of Ministers of the UkSSR, undertook to promote the business. He was a Head of Kharkov administration before and knew about the BULAT problem from inside. He acted also in “Kharkov” manner: without any directions “from above” he arranged a lot production of BULATs on the basis of plant co-operation, as it was tested in Kharkov, but now in the scale of the whole Ukraine.

The drawings of BULAT’s units were again distributed among the 19 plants of our republic, the Gorky works in Kiev was appointed as an assembler. In such a way for several years the Ukraine produced 100 to 200 BULATs-3 pro year. They were distributed by the Ukrainian Council of Ministers, though some of those machines very soon could be found at private companies that belonged to enterprising owners.

So our “child of thermofusion” became its own master and began its independent life. For a long time by now we don’t know how many of them are working in the whole world; many people, who know BULATs, don’t know their “parents”. And what is more, “pseudo-parents” appeared. It is a reverse side of the disinterested (unselfish) transfer of our fundamental research results to industry. As we say now, trying to console ourselves, “our song became a folk song”. Well, it’s, after all, a real recognition.

Gregory Ivanovich Vaschenko left fond memories of himself not only in Kharkov, but also all over the Ukraine by many of his good deeds. I remember a revealing event: once I showed him one interesting product and he immediately contacted me with the Director of the Institute for Super-hard Materials V.N. Bakul’.

Valentin Nikolayevich Bakul’ already in those times was famous for his successful mastering of artificial diamonds production technologies for metal-cutting tools industry.

They used a well-known method of carbon transfer from graphite into diamond state. For that purpose graphite powder had to be heated to high temperature under high pressure. The technique needed bulky equipment – furnaces and presses. As a result they got a powder of diamond-like carbon that should be then fixed on the tools.

During our meeting with celebrated Bakul’, who showed to V.G. Padalka and me an extensive and

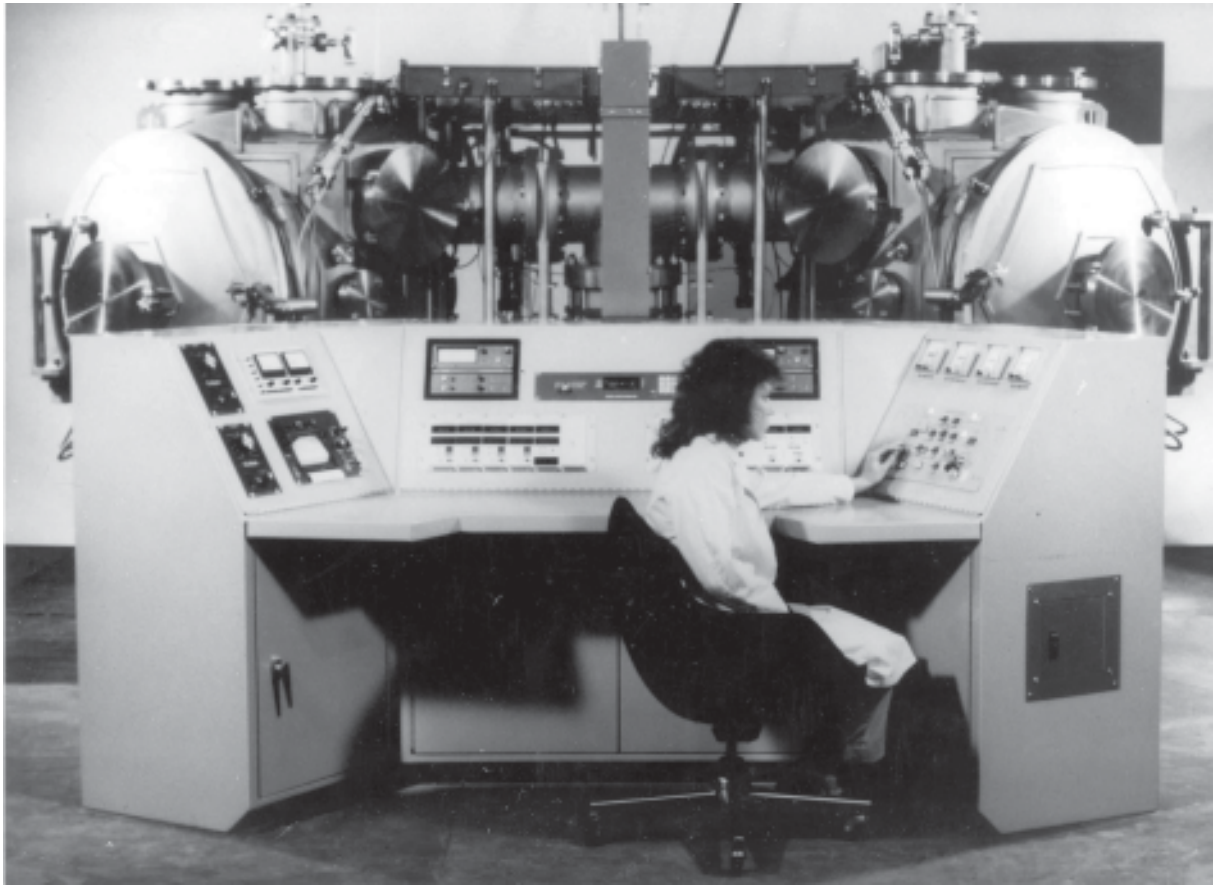


Рис. 3. Двухкамерный вариант “Булата” в США.

Fig. 3. Two-chamber BULAT in the USA.

– Валентин Николаевич, что бы Вы сказали о способе получения алмазов из графита, не требующем ни высокой температуры, ни высокого давления?

Он, только что с понятной гордостью демонстрировавший эффектное сооружение в виде колоритной фигуры усатого гуцула в национальном костюме, который мощными челюстями сжимал нагреваемый во рту графитовый порошок и глухим басом приговаривал при этом как ему трудно, пожал плечами. Я продолжал:

– И алмазы при этом получаются не в виде порошка, а уже в виде прочного сверхтвердого покрытия на каком-либо изделии.

Надо сказать, Бакуль человек многоопытный, был сдержан, ждал продолжения разговора. Я не спешил; разговор получался интересным. Потом я вынул из кармана пластинку из нержавеющей стали покрытую прочной сверхтвердой алмазной пленкой. Дал ему в руки кусочек корунда и попросил поцарапать пластинку. Он нехотя взял. Основательно поцарапал. На пленке остались четкие следы... Но это были следы стершегося об алмаз корунда, которые я тут же убрал носовым платком. Покрытие осталось чистым и гладким. Это был один из моих наглядных способов демонс-

impressive exhibition of his Institute’s achievements, I suddenly asked him:

– Valentin Nikolayevich, what would you say about a technique of diamond out of graphite production, that doesn’t need high temperature and pressure?

A minute before he demonstrated us a spectacular stylized construction in the form of a picturesque Ukrainian kazar with moustaches in national dressings who pressed heated graphite powder with his powerful jaws and uttered in a low voice how hard his task was. Professor only shrugged his shoulders and I continued:

– And diamonds are obtained not in a powder form, but as firm super-hard coating on the surface of a product.

Bacul’, as a very experienced man, was restrained and waited for the continuation of the talk. I didn’t hurry; the talk seemed to be interesting. Then I took out of my pocket a plate of stainless steel covered with a firm super-hard diamond film. I gave him a piece of corundum and asked to scratch the plate. He took it half-heartedly and thoroughly scratched. There were very clear traces ... But those were traces of corundum that was abraded on the film,

трации возможностей способа КИБ различного начальству.

Суть же нашего способа получения алмазоподобных покрытий на “Булатах”, не идущих ни в какое сравнение с печами и прессами, состояла в том, что необходимые высокие температуры и давления для перехода графита в алмаз, получались локально в местах ударов ускоренных ионов углерода с поверхностью. Ионы же углерода образовывались в плазме “булатной” дуги, катодом которой был графит. Таким образом, ко всем преимуществам нашего способа, добавлялась еще и сверхнизкая цена искусственного алмаза – она равнялась стоимости графита. В то время для лучших его сортов, используемых в атомных реакторах, она составляла 24 рубля за килограмм (!). Известным неудобством была необходимость вести процесс в вакууме.

Вскоре “Булаты”, освоив территорию Советского Союза, попали и за океан, в США. Лицензию на их изготовление приобрела созданная для этого американцами фирма “Малти арк” с правом создавать дочерние фирмы в 47-ми странах мира. Так что “Булат” можно теперь встретить чуть ли не на Гавайских островах. Можно добавить, что это была единственная проданная институтом лицензия за всю его историю, но еще интереснее узнать, что единственная и за всю историю нашего могучего министерства. На напрашивающийся вопрос, а что же в итоге получили авторы “Булатов”, легко ответить: собственно, почти ничего, если не считать последующих организационных неприятностей и чувства горечи от неиспользованных возможностей их “детища”.

Правда, “Разработка и внедрение в промышленности СССР прогрессивной технологии упрочнения режущего инструмента” была выдвинута на Государственную премию СССР. Однако нашему институту организаторы ее в Москве предоставили всего два места из двенадцати. Это выглядело оскорбительным. Однако, новый директор института В.Ф. Зеленский, к тому времени, сменивший ушедшего И., отказался официально опротестовывать такое несправедливое решение. Многие достойные премии “остались за бортом”. На заседании дирекции на премию были выдвинуты непосредственные исполнители А.А. Романов и А.А. Андреев.

Впоследствии “Булаты” были все же отмечены еще одной Государственной премией СССР и премией Совета Министров СССР. Их лауреатами стали В.Е. Стрельницкий, И.И. Аксенов, Л.П. Саблев, В.М. Хороших, Е.Г. Гольдинер. А ведь успешно работали и многие другие сотруд-

and I immediately wiped them off with my handkerchief. The coating remained clean and smooth. That was one of my methods to demonstrate the CIB-technique possibilities to different governing people.

The essence of our method for diamond-like films coating without furnaces and presses was in the fact, that high temperature and pressure, needed for graphite-diamond transformation, were obtained locally in the place of collision of accelerated ions with the surface. And carbon ions were generated in the plasma of BULAT's arc with graphite cathode. Here we got one more advantage of our technique – super-low cost of artificial diamond: it was practically equal to the cost of graphite. In those times the price of the best quality graphite for atomic reactors was 24 ruble pro kilogram (!). The only inconvenience was that the process went on in vacuum.

Soon BULATs mastered the territory of the Soviet Union and came over the ocean to the USA. The Americans specially established a new company “MultyArc” that bought a license for BULAT production with the right to open branch establishments in 47 countries of the world. So today one may meet BULATS maybe even on Hawaii. I can add that that license was the only one our Institute ever sold abroad. And what is more interesting, not only the Institute, but also the whole our Ministry. Here comes a quite natural question: what did the authors of BULAT-technology achieved for their work? The answer is very simple: almost nothing excluding organizational troubles that followed and a sense of bitterness because of unused possibilities of their “child”.

True, the project “Development and introduction into industrial production of progressive technology for cutting tools hardening” was nominated for The State Prize of the USSR. But its organizing committee offered our Institute only two vacancies out of 12. It seemed to be insulting. But our new director V.F. Zelensky, who by that time substituted on that position I., refused to appeal against that unfair decision. Many people worth to get that prize remained “overboard”. At the meeting of the Director's board in our institute only the direct executors of the project A.A. Romanov and A.A. Andreyev were nominated for that award.

However later BULATs got one more State Prize and also The Prize of the Council of Ministers of the USSR. V.E. Strelnitsky, I.I. Aksjonov, L.P. Sablev, V.M. Khoroshih, E.G. Goldiner became prizewinners. But much more research workers of the laboratory were involved in the project and worked successfully, among them were V.G. Padalka, V.A. Belous, V.G.



Рис. 4. Разговор о “булатной” технологии: слева направо – президент Академии наук Украины Б.Е. Патон, В.Т.Толок, президент Академии наук СССР А.П. Александров

Fig. 4. A talk about BULAT technology: (from left to right) the President of the Academy of sciences of the Ukraine B.Y. Paton, V.T. Tolok, the President of the Academy of sciences of the USSR A.P. Alexandrov.

ники лаборатории: В.Г. Падалка, В.А.Белоус, В.Г. Брень, С.И. Вакула, И.В. Гаврилко, В.В. Кунченко Н.С. Ломино, В.М. Лунев, Р.И. Ступак и другие, а также умельцы-лаборанты.

Успехи в развитии новой технологии сразу привлекли внимание Академии наук Украины. Еще в январе 1973-го года я был приглашен к Президенту академику Б.Е. Патону. Рассказал ему историю возникновения способа КИБ и показал испытанные образцы различных изделий (резцы, шестерни, фрагменты лопаток турбин) с нашими покрытиями, показавшие увеличение их поверхностной износостойкости в 3 и более раз. Он сразу оценил важность работы. При этом его особенно увлекли практически неограниченные возможности использования нового способа в промышленности. Ведь в 80 процентах (!) случаев причиной выхода из строя машин и механизмов бывает поверхностный износ их деталей. Способ КИБ, улучшая качество поверхностей, может оказаться эффективным средством значительного увеличения надежности и долговечности изделий промышленности. Понравилось Президенту и то, что способ позволяет наносить не только износостойкие, но и любые другие покрытия: всевозможные защитные, (например, антикоррозионные, жаростойкие), а также сверхтвердые, сверхпроводящие, уже не считая декоративных. Может теперь придется потесниться

Bren', S.I. Vakula, I.V. Gavrilko, V.V. Kucherenko, N.S. Lomino, V.M. Lunjov, R.I. Stupak and many others, and besides also our skilled laboratory assistants.

From the very beginning successes in the development of the new technology attracted attention of the Academy of Sciences of Ukraine. As early as in January 1974 I was asked to its President the Academician B.Y. Paton. I told him the story of CIB-technique invention and showed different samples (cutting tools, gears, fragments of turbine blades) with our coatings that revealed three and more times surface durability increase. He highly appreciated the importance of our work. He also was especially impressed by unlimited possibilities of the new method for the industry. It's well known that 80% of machine and mechanisms failure was caused by surface wear of their parts and details. CIB-technique improved the surface quality and could be effective means for considerable increase of industry products reliability and durability. The President also liked that the technique enabled to apply not only wear-resistant coatings, but also any others: protective of any kinds (e.g. corrosion-resistant, fire-proof), super-hard, super-conductive, not to mention decorative. Maybe CIB could also sometimes press (and then substitute)

экологически вредной, имеющей ограниченные возможности по назначению покрытий, гальванике, которая пока очень широко используется в промышленности.

Я обратил внимание Бориса Евгеньевича Патона на то, что КИБ, пожалуй, может быть началом нового вида металлургии, “тонкой”, атомно-ионной, позволяющей создавать особо чистые материалы, в том числе и из дорогих элементов.

Как важно, когда “идея овладевает руководством”!

Мой доклад о новом способе КИБ по представлению академика Б.Е. Патона был заслушан на заседании Президиума Академии Наук УССР. Наша работа получила полное одобрение. К тому же мы ничего не просили, как это было обычно принято. Мы ведь были министерские, богатые.

После одобрения результатов нашей работы, мы спокойно было “выдвинулись” на Государственную премию Украины. Не тут-то было. На материаловедческой (не физической) секции Комитета по премиям, куда нужно было представить работу, специалисты-твердотельщики нас бесшумно “зарубили”. И здесь мы оказались “чужеродным телом”, “возмутителями спокойствия”. Воистину – “не в свои сани не садись”.

Конечно, в то время о “Булатах” много писали в газетах центральных, республиканских и местных, давали фотографии в популярных журналах, были репортажи по телевидению, сняли несколько документальных фильмов, из них самый удачный “Дитя термояда”. Мне приходилось, помимо необходимых посещений правительственных кабинетов в Москве и Киеве, часто выступать в Харькове с докладами в Доме ученых, Центральном лектории, на многих заводах города, где работали “Булаты”, на курсах подготовки операторов – “булатчиков” при Доме техники.

Мы были наглядным примером прямой бескорыстной передачи достижений фундаментальных исследований в производство, минуя посредников – головные отраслевые институты. Особенно обыгрывался в печати надежный способ “утробного” внедрения разработок науки в промышленности.

Взаимоотношения у меня с директором И. сложились любопытные. Ему пришлось смириться с унылой ролью статиста в “булатной” истории. Например, молча присутствовать на заседании коллегии ГКНТ на моем докладе о результатах использования упрочненных резцов на заводах Украины. Конечно, мы оба не забыли, как он пытался остановить меня в этой, как он сказал когда-то, “авантюре”. Теперь уже было поздно: “Булаты” “полюбили” Власти, а это для него был высший закон.

electroplating, that was ecologically very harmful and had many restrictions in destination of its coatings, but still was widely used in the industry.

I draw attention of Boris Yevgenjevich Paton to the fact, that CIB-technique could maybe become the beginning of the new “fine” ion-atomic metallurgy, permitting to get super-pure materials, including materials consisted of expensive elements.

How important it is, when idea masters the boss!

Due to recommendation of B. Y. Paton my report about the new CIB-method was presented at the session of Presidium of the Academy of Sciences of the UkSSR. Besides, we didn’t ask for anything, as it was usual: we ourselves were from a very rich Ministry.

After official approval of our work results we very calmly tried to nominate the project for the State prize of the Ukraine. But nothing of the sort! Specialists for solid-state physics from the Board for new materials (not for physics!) of the Prize Committee, where we had to present our documents, quietly “suppressed” us. There we were “aliens”, who “shocked public tranquility”. And the Russian proverb says: “One can drive only his own sledge”.

Of course, in those times there were many publications about BULATs in central, Ukrainian and local newspapers, there were photos in popular magazines, reportings on TV, several documental films, the best of them called “The Child of Thermofusion”. Besides visiting of governing officials in Moscow and Kiev I also had to make reports in Kharkov: in the House of Scientists, in the Center for public lectures, at many factories of our city, where BULATs worked, at the preparatory courses for BULAT-operators by the House of Technics.

We were a visual example of the direct and unselfish transfer of fundamental research results into industry without intermediates – chief research Institutes. Especially popular by mass media was “uterine” method for introduction of scientific innovations into industry.

Very interesting relations formed between director I. and me. He had to reconcile himself with the secondary role in the story with BULATs. For example, he was only present at the session of the Board of SCST during my report about the results of hardened cutting tools operation at the plants of the Ukraine, but he had nothing to say. Of course, we both remembered how he tried to stop me in that, as he said, “adventure”. Now it was too late: the Governing

Україна

№ 6 лютий 1979 р.

ISSN 0130-5212

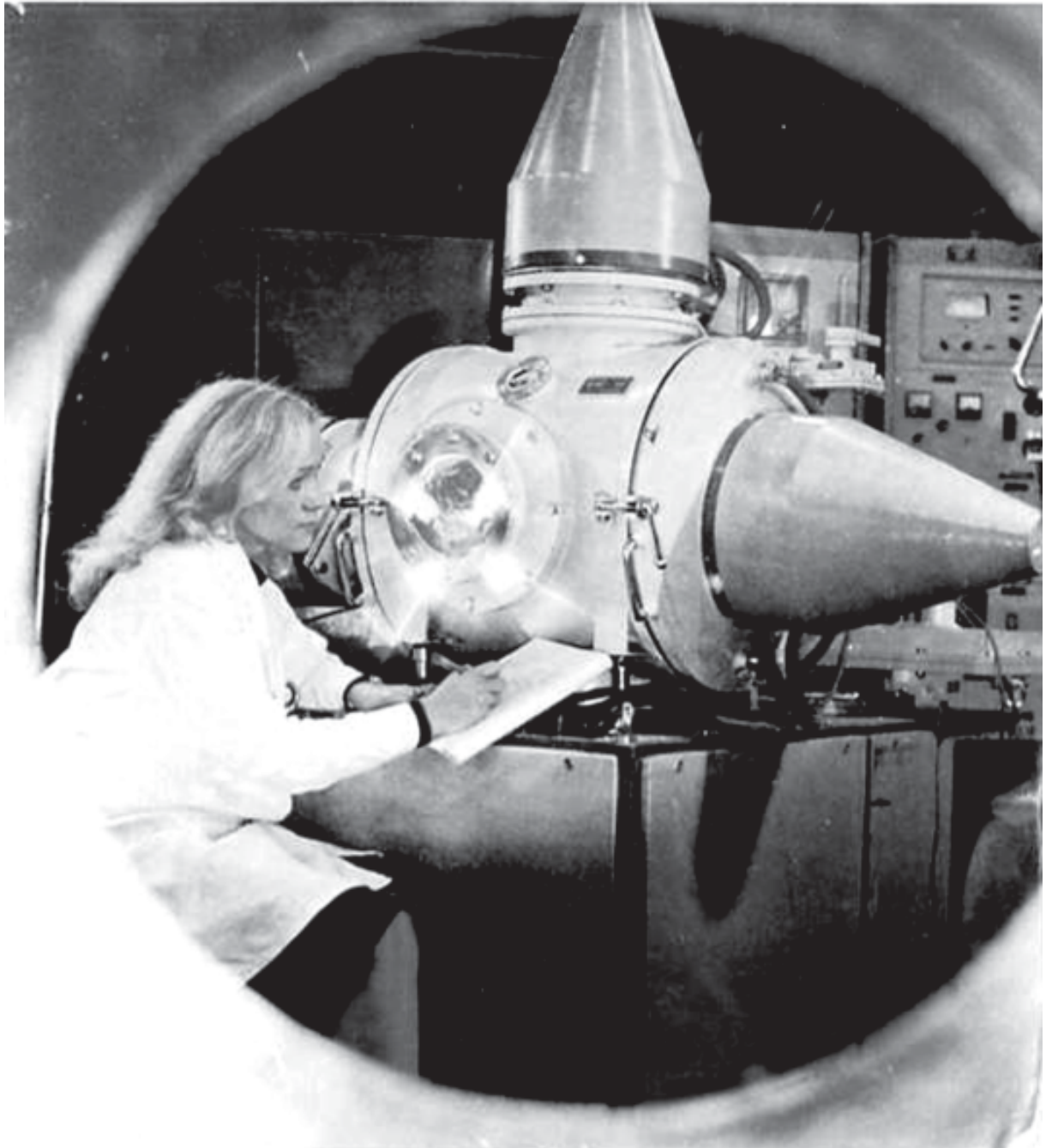


Рис. 5. Обложка республиканского журнала “Украина”

Fig. 5. The cover of “The Ukraine” magazine.

Люди “бывалые” меня не раз журили за то, что не включил директора в соавторы этой перспективной разработки. Объясняли, что такой важности дело не может проходить без участия первого лица в институте. Так это было принято. Дескать, иначе пойдут кривотолки.

Power approved BULATs, and that was the highest Law for him.

The experienced people many times reproached me that I didn't include the director as a co-author into that promising project. They explained me that business of such importance couldn't develop without

Я и сам все понимал. Да, увы, так действительно было почти повсюду принято, но не мог же я после всего, что было, в силу своего представления о порядочности, унижить его, предложив такой “подарок”. Неужели бы принял?

В отделении физики плазмы уже в полную силу работала созданная нами специализированная лаборатория вакуумно-плазменной технологии, руководимой В.Г. Падалкой. Дела шли успешно: количество статей, авторских свидетельств и патентов во многих странах мира перевалило за сотню, появились “булатные” диссертации.

Вместе с тем внутри института страсти вокруг “Булатов” после ухода И. вновь стали исподволь подогреваться “обиженными” материаловедами. Варьировалось мнение о целесообразности передачи этой лаборатории им, “соседям-соперникам”. Мотивация: они – де специалисты. Однако общение с ними, к нашему удивлению, заставляло усомниться в их возможностях.

Наши контраргументы состояли в том, что новая технология выросла на “плазменной почве” и это неспроста. “Пересадка” ей может только повредить. Мы охотно передали свой опыт, а “Булатов” они уже ведь успели изготовить в мастерских института, сколько хотели, это от нас не зависело. С нашей стороны предлагалось открытое соревнование, честно говоря, без особых опасений за его исход.

Далее историю “Булатов” следует излагать уже в минорном тоне. Новый директор института, сменивший И., тоже материаловед, сделал все возможное, чтобы все-таки “упорядочить” структуру института. Началась настойчивая кампания по передаче “Дитяти термояда” в отделение материаловедения. Тормозились заказы в институтских мастерских, наших сотрудников прельщали переходом в это отделение, где работа была бы оформлена как особо вредная, и соответственно сотрудники имели бы различные льготы: прибавку к зарплате, ранний выход на пенсию и др.

В итоге в 1987 году специализированная лаборатория *ионно-плазменной* технологии в составе 52-х человек силовым методом была переведена из отделения физики плазмы в отделение материаловедения.

(Заметим, кстати, наше строгое Министерство вскоре, по-видимому, испугавшись собственной смелости в “сотрудничестве” с США, уже в самом начале спешно приостановило намеченное ранее действие лицензии. В результате страна недополучила несколько десятков миллионов долларов).

the first person of the Institute. That was usual and natural. Otherwise, they said, false rumors could take place.

I did understand that all myself. Alas, it was really usual almost everywhere in that country. But, as I understood the meaning of the word “decency”, I could not humiliate him offering such a “present”. Could it really be that he accepted it?

In our Plasma Physics Department a newly created specialized laboratory for vacuum-plasma technologies, headed by V.G. Padalka, was brought up to full capacity. It worked successfully, as a result – more than 100 reports, patents and inventor’s certificates; also “BULAT” dissertations appeared.

At the same time after I. retired “offended” material-physicists began to provoke tension around BULATs inside the institute. A question about the expediency of specialized laboratory transfer to our “neighbors-concurrent” was widely discussed. Argumentation – they were real specialists. But personal contact with them made us to doubt that fact.

Our objections were that the new technology appeared on the “plasma” ground and that wasn’t accidental. We willingly shared our experience with them. Besides they had enough time to produce as many BULATs in Institute workshops, as they wanted: that didn’t depend on us. For our part we offered public competition, though, frankly speaking, we had no fear about its results.

The further story of BULATs became somewhere sad. The new director who substituted I. was also material-physicist and he made all he could “to put the Institute structure in order”. A persistent campaign began with the aim to transfer “the child of thermonuclear fusion” to the Department of material research. Execution of our orders in the workshops was hindered, our employees got offers to work in that department, where their work could be officially registered as especially unhealthy, so the workers there got various privileges: additional salary, early retiring and so on.

As a result in 1987 the specialized laboratory for ion-plasma technology (and its 52 workers) was taken away from the Department of plasma physics and by force transferred to the Department of material research.

(It should be noted, by the way, that soon our strict Ministry, apparently being afraid of its own courage in “collaboration” with the USA, in a hurry stopped the planned action of the license. As a result our country received several tens of millions dollars less.)

Soon the chief of the laboratory Professor V.G. Padalka left it. In half a year, when all normal

С тех пор, как человек научился обрабатывать металлы, не прекращается поиск путей повышения износостойкости режущего инструмента. Сейчас эта проблема приобрела особую важность.

«Использовать... высокоэффективные методы обработки металлов, материалов и изделий с целью существенного улучшения их свойств... Организовать производство в широких масштабах новых видов инструмента, в том числе с применением износостойких покрытий» — сказано в III и IV разделах проекта ЦК КПСС.

Хорошим подспорьем в этом деле стало внедрение в производство новой прогрессивной технологии, получившей название КИБ (конденсация вещества с ионной бомбардировкой). Суть ее в том, что используются потоки высокотемпературной плазмы для нанесения износостойких покрытий на поверхность различных изделий. Одними из первых ее разработчиков были инженеры-изобретатели А. Романов, Л. Саблев, А. Андреев. Сейчас эта технология успешно реализуется на установках «Булат», созданных учеными лабораторий вакуумно-плазменной технологии, руководимой доктором физико-математических наук В. Падалкой, конструкторским бюро и опытным производством нашего института.

Результаты эксплуатации превзошли самые оптимистические прогнозы. На Восьмом Государственном подшипниковом заводе и в производственном объединении «Завод транспортного машиностроения имени Малышева» они окупили себя уже в первые месяцы работы. А годовой экономический эффект от каждой установки превысил сто тысяч рублей. Износостойкость обработанных в вакуумной камере потоками плазмы резцов в три—шесть раз больше, чем у обычных. На поверхности резцов образуется тонкая, но очень прочная пленка нитрида титана. Упрочненные резцы позволяют повысить чистоту обработки деталей и производительность труда станочников.

Успешное использование «Булатов» на двух харьковских заводах дало толчок к их дальнейшему внедрению. По инициативе Харьковского обкома партии заводы города изготовили для себя двадцать установок. Тем же методом кооперации ряда предприятий Украины выпущено еще около ста.

Между тем институт продолжает совершенствовать свое детище. Последняя новинка «Булат-4» имеет в пять раз большую производительность, чем его предшественники, и обладает широкой универсальностью: упрочняет не только режущий инструмент, но и детали машин. На ней можно металлизировать

«БУЛАТ» ПРОСИТ РАБОТЫ

Технический прогресс

природные и синтетические алмазы, что снижает расход режущего и бурового инструмента, оснащенного ими.

Внедрение «Булатов» идет возрастающими темпами. Однако только на тех предприятиях, которые берутся изготавливать их для себя по технической документации института. Но то, что было хорошо на первом этапе, не может удовлетворить, когда настало время оснащать этими установками промышленные предприятия в масштабах страны. Пора уже переходить от «самообслуживания» к крупносерийному выпуску «Булатов».

Эта задача поставлена перед Саратовским заводом электротермического оборудования. Завод пока еще не развернул производство на полную мощность. Время, однако, не ждет. Подготавливаемая здесь к массовому производству модель на основе установки «Булат-2» уже значительно уступает «Булату-4». Дело чести наших саратовских коллег — освоить более производительную модель.

Проведенный анализ эффективности эксплуатации установок на заводах Харькова помог выявить ряд недостатков. «Булаты» не везде работают регулярно и с полной нагрузкой, часто не обеспечиваются необходимыми материалами.

Очень важный вопрос — грамотное обслуживание установок. При харьковском Доме техники открыты курсы по подготовке операторов для работы на «Булатах». Занятия ведут ученые нашего института. Об организации подготовки операторов в других регионах надо подумать заблаговременно. Настало также время позаботиться и о подготовке инженеров для крупных заводских участков по упрочнению режущего инструмента и деталей машин.

Упрочнение режущего инструмента — большая межотраслевая задача. И все же это лишь часть другой, еще более важной. Основная причина выхода из строя машин не столько поломки деталей, сколько преждевременный износ их трущихся поверхностей. Упрочнение поверхности трения — по технологии КИБ и другими прогрессивными способами — путь, безусловно, более скорый, простой и дешевый, чем создание новых прочных материалов. И надо с максималь-

ной эффективностью использовать эти возможности. Испытания, проведенные отраслевыми институтами НИИ Автопром, НИИ тракторосельхозмаш и рядом заводов, показали, что у деталей с покрытиями, нанесенными «Булатом», в несколько раз больше износостойкость по сравнению с упрочненными традиционными методами (закалка токами высокой частоты, цементация, азотирование).

Специалистами нашего института предложен также метод получения многослойных композиционных покрытий, в которых механические свойства, например, пластичность и твердость, можно чередовать от слоя к слою, обеспечивая высокую сопротивляемость ударным нагрузкам и износу от трения. Покрытия могут состоять из металлов, их соединений и сплавов, углерода и других материалов.

Полагаю, что заводы, имеющие «Булаты», должны уже сегодня начинать упрочнение не только инструмента, но и различных деталей.

Технология КИБ родилась в институте в ходе широких исследований по физике высокотемпературной плазмы. Это еще раз демонстрирует огромные возможности фундаментальных исследований. У новой вакуумно-плазменной технологии КИБ широкие возможности и большие перспективы. С ее помощью можно создавать, кроме износостойких, покрытия самого различного назначения: защитные, жаростойкие, антикоррозионные, антифрикционные сверхтвердые, декоративные. Учитывая это, считаю целесообразным в III разделе проекта упомянуть наряду с электрохимическим, лазерным, радиационным способами обработки металлов также и вакуумно-плазменный. Кроме того, предлагаю обсудить вопрос о создании межведомственного научно-производственного объединения, в задачу которого должны входить исследования возможностей вакуумно-плазменной технологии, разработка, изготовление опытных образцов установок, налаживание серийного выпуска и внедрения их в производство.

В. ТОЛОК.
Заместитель директора Физико-технического института АН УССР, член-корреспондент АН УССР, г. Харьков.

Рис. 6. Статья в газете «Правда». 20 февраля 1981 г.

Fig. 6. The article newspaper «Pravda» 20. 02. 1981.

Вскоре ее начальник профессор В.Г. Падалка уволился из института. Через полгода, исчерпав на то время все нормальные аргументы против столь циничного произвола, в знак протеста ушел и я. Ушел с должности первого заместителя директора института по научной работе.

В общем, мне тогда, пожалуй, удалось, наконец, понять насколько гожусь для административно – политической работы, ничего общего не имеющей с любимым делом.

P.S. Но “булатная” эпопея для меня не закончилась. Она продолжается в новой ионно-плазменной лаборатории, созданной мною в Харьковском национальном университете, а затем и в Научном физико-технологическом центре. Я получил возможность снова заняться конкретной научной работой по совершенствованию способа КИБ, расширению его возможностей, в частности, разрабатывать технологию нанесения покрытий на материалы с низкой температурой отпуска. Но это уже совсем другая история.

Сегодня нам совершенно очевидно, что умение использовать интенсивные потоки ионов плазмы практически любого вещества открывает широкие увлекательные возможности создавать на уровне элементарных частиц, “кирпичиков мироздания”, новые необычные материалы, их соединения и сплавы. Что заложенные нами в начале 70-х годов 20-го века основы *атомно-ионной металлургии*, послужат прогрессу общества.

“БУЛАТ” – ДИТЯ
“ТЕРМОЯДА”
(СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ)

В.Т. Толук

Це науково – технологічний напрямок – моє останнє “дітище”, породжене в ході досліджень з проблеми керування термоядерних реакцій (“термояда”) у відділенні фізики плазми Харківського фізико-технічного інституту (ХФТИ).

Толук Владимир Тарасович – член-корреспондент Национальной академии наук Украины, заслуженный деятель науки Украины, заслуженный изобретатель СССР, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Научного физико-технологического центра Министерства образования и науки Украины и Национальной академии наук Украины, научный руководитель лаборатории плазменных технологий Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина.

arguments against such a cynical tyranny came to an end, I also left. I left from the post of Deputy director of the Institute for research work.

In general at that time I managed to understand to what extent I myself suited for serious administrative-political work that had nothing to do with my favorite occupation.

P.S. But BULAT “epopee” didn’t finish for me even today. It’s going on in a new laboratory for ion-plasma technology that I arranged in Kharkov National University and later in Scientific Center of Physical Technologies. Here I again got an opportunity to deal with the concrete research work as to improvement of the CIB-technique, expansion of its possibilities, development of new technologies for covering the materials with low tempering temperature. But it is already an other story.

For us it’s absolutely evident today that ability to use powerful streams of plasma ions of practically any kind opens new fascinating possibilities to create new unusual materials, their compounds and alloys out of elementary particles, those “bricks of the Universe”. We also believe, that the foundations of *atom-ion metallurgy*, that we laid down in the 70th of the 20th century, will serve the progress of the society.

“БУЛАТ” – ДИТЯ
“ТЕРМОЯДА”
(СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ)

В.Т. Толук

Это научно – технологическое направление – моё последнее “детисце”, порожденное в ходе исследований по проблеме управляемых термоядерных реакций (“термояда”) в отделении физики плазмы Харьковского физико-технического института (ХФТИ).

Vladimir Tarasovich Tolok – Corresponding Member of National Academy of Science of Ukraine, Honored Worker of Science of Ukraine, Honored Inventor of USSR, Doctor of Physics and Mathematics, Main Scientist of Scientific Center of Physical Technologies of Ministry Education and Science of Ukraine and National Academy of Science of Ukraine, Scientific Adviser Laboratory of Plasma Technologies of V.N. Karazin Kharkiv National University.