

ЭНЕРГИЯ



№ 9
сентябрь
2000 г.

— коммунизм

Присуждены медали РАН молодым ученым и студентам

Президиум Российской академии наук присудил медали РАН с премиями в размере 20 тысяч рублей для молодых ученых по итогам конкурса 1999 года.

Среди награжденных сотрудники Института ядерной физики СО РАН:

Ли Роман Николаевич, кандидат физико-математических наук, **Малышев Владимир Михайлович**, **Масленников Алексей Леонидович** — цикл работ «Теоретическое и экспериментальное исследование нелинейных процессов квантовой электродинамики в сильных полях тяжелых атомов и ядер»;

Логачев Павел Владимирович, кандидат физико-математических наук, **Старостенко Александр Анатольевич** — работа «Однопролетный датчик продольного распределения заряда в ультрарелятивистском сгустке».

Медали Российской академии наук с премиями в размере 10 тысяч рублей присуждены студентам вузов по итогам конкурса 1999 года. Среди них студент шестого курса физфака Новосибирского государственного университета **Андрей Чернов**.

Поздравляем!
Александра Николаевича Скринского
с награждением орденом
За заслуги перед Отечеством.

Качество и надежность

О том, что в нашем институте появился так называемый восьмой корпус, стало известно еще весной нынешнего года, но лишь в августе корреспонденту нашей газеты удалось там побывать. Начальник ЭП-2

Михаил Николаевич Егорычев, ссылаясь на то, что еще пока много не доделано и изделие «не идет», откладывал эту встречу. И вот, наконец, «пришло и наше время»....

Восьмым корпусом ИЯФа теперь именуется огромный корпус, площадью около пяти тысяч квадратных метров. Ранее он принадлежал Опытному заводу, затем вследствие сложных административных перипетий оказался в ведении Института катализа, который и сдал это помещение нашему институту в безвозмездную субаренду. А потребовались такие огромные площади для того, что-

Весной этого года в нашем институте начал работать новый корпус для производства коммутационных шин для сверхпроводящих магнитов по заказу CERN. Пока готовился к печати этот материал, пришла новая информация: первая партия коммутационных шин уже отправлена и благополучно прибыла в CERN.

бы организовать производство коммутационных шин для сверхпроводящих магнитов. Из них будет состоять гигантское — длиной двадцать семь километров — кольцо нового мощного ускорителя LHC, которое создается

сейчас в Швейцарии. Эти шестнадцатиметровые магниты монтируются в криогенных баках цилиндрической формы, внутрь которых и будут укладывать коммутационные шины. Магниты должны быть запитаны последовательно, соединяющие шины, как и обмотки магнита, сверхпроводящие. Все это сооружение представляет собой единую конструкцию, действующую при гелиевой температуре. Главная сложность заключается в том, что это гигантское кольцо будет собрано и сварено, как говорится, намертво. И если произойдет какая-то авария внутри магнита — то это катастрофа: разборка очень и

Продолжение на стр. 5.



XIII Российская конференция по использованию СИ

В июле нынешнего года в нашем институте состоялась очередная — тринадцатая — Российская конференция по использованию синхротронного излучения. Отпускной период помешал своевременной публикации отчета об этом событии, но так как в отпуске была не только редакция «Э-И», но и многие ияфовцы, мы, учитывая актуальность этой темы, решили вернуться к ней в сентябре.

17 июля Александр Николаевич Скринский открыл конференцию. В своем приветствии он напомнил о том, что эта встреча в некотором роде юбилейная:

исполнилось двадцать пять лет со дня первой конференции. И хотя в конференц-зале ИЯФа в этот день оказалось не очень много участников той, первой, однако мировое синхротронное сообщество за эти годы увеличилось значительно. Но самое важное — диапазон использования синхротронного излучения за эти годы значительно расширился как в научных исследованиях, так и в областях прикладного характера.

Тринадцатая синхротронная конференция привлекла внимание многих российских и зарубежных ученых. В ней приняли участие 222 человека, в том числе, из Германии, Индии, Кореи, США, Чехии, Швейцарии, Японии, а также представители тридцати трех институтов Российской академии наук и пятнадцати новосибирских институтов СО РАН.

Во время конференции заслушано 63 устных доклада. На стендовой секции было представлено 105 докладов. Научная программа охватывала все основные направления, по которым сейчас ведутся исследования в области синхротронного

излучения. Это источники синхротронного излучения; вигглеры и ондуляторы; лазеры на свободных электронах и их применение; методы

исследования с использованием СИ: дифрактометрия, EXAFS, рентгено-флуоресцентный анализ, рентгеновская микроскопия, томография; применение СИ в физике, биологии, медицине, экологии и других областях исследований; использование СИ для рентгеновской литографии и микромеханики; рентгеновская оптика и детекторы; аппаратура и оборудование для работ с синхротронным излучением; генерация медленных позитронов с помощью СИ.

В основном это были доклады по результатам работ, выполненных за последние два года в Сибирском центре синхротронного излучения. Программа освещала широкий спектр вопросов. Прежде всего следует выделить очень интересную работу, которая была выполнена в течение последнего года сотрудниками институтов гидродинамики, химии твердого тела и ядерной физики по исследованию взрывных процессов с помощью синхротронного излучения. Система детектирования была создана с участием сотрудников ИЯФ и Института химии твердого тела,

а взрывная камера была изготовлена в Институте гидродинамики. Это позволило впервые в мире изучить не только характерное время взрыва, но и исследовать образование мелкодисперсных кристаллов алмаза. Оказалось, что время роста кристаллов алмаза существенно больше, чем предсказывалось раньше. Известно, что алмазы образуются при взрыве, но синхротронное излучение позволило увидеть как они растут, то есть отследить кинетику образования мелкодисперсных алмазов. Эти алмазы являются неким тестовым объектом, по которому можно судить о процессах, происходящих во время взрыва. В этом случае синхротронное излучение

позволяет отслеживать процессы длительностью порядка микро-секунды и меньше.

В другом случае синхротронное излучение

используется для исследования алмазов, которые образовались на Земле миллиарды лет назад. Рентгеновская топография, которой занимается Институт геологии и геофизики, по искажениям дает возможность судить о температурах и давлении в момент образования этих алмазов, то есть о том, что происходило на Земле полтора миллиарда лет назад.



Конференцию открывает академик А.Н. Скринский.



Жаркие споры у стендовых докладов.



*Председатель оргкомитета член-корр.
Г.Н. Кулипанов доволен — конференция
прошла успешно.*

без аппаратуры, поэтому одно из направлений проводимых исследований — разработка аппаратуры для постановки работ. Перспективное направление исследований — повышение плотности рентгеновского излучения. Здесь одной из ярких работ последних лет является создание планарных рентгеновских волноводов, которые позволили повысить плотность в сто раз, для того, чтобы использовать этот пучок в различных схемах рентгеновской микроскопии. Это совместная работа сотрудников

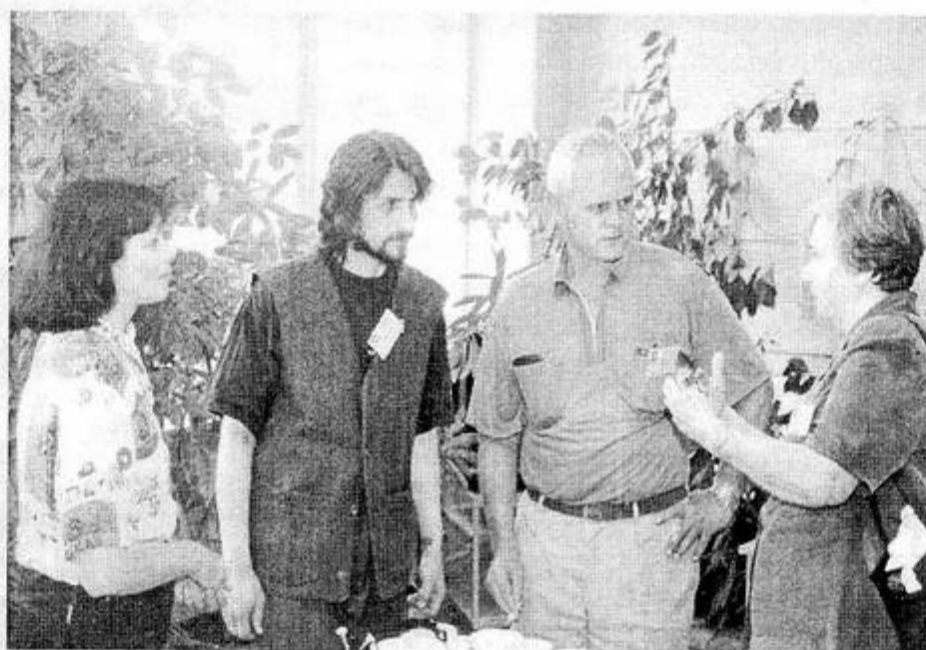
двух институтов: ИЯФ — Н.В. Коваленко и Института катализа — В.А. Чернова.

Эти волноводы успешно испытаны на источниках СИ ELETTRA (Италия), ESRF (Франция), ВЭПП-3 и подготовлены к работе на SPring-8 (Япония).

Вызвал интерес доклад, представленный Иркутским лимнологическим институтом. В нем речь шла об исследовании климатических изменений евразийского континента по осадкам Байкала и Телецкого озера. По изменениям концентрации элементов, которые хорошо фиксируются, можно отследить достаточно подробную информацию о палеоклимате.

Наблюдаемые процессы объяснялись эффектом цикла Миланковича, прецессией земной оси. Однако в последние годы были проведены более детальные исследования, которые позволяют значительно улучшить временное разрешение, и оказалось, что есть циклы в 2000 лет, и они не объясняются циклом Миланковича, а в Телецком озере наблюдаются девятилетние циклы. Возможно, это связано с солнечной активностью, но не исключено, что причина совсем в другом. Это пионерские работы, и в других центрах они пока не проводились.

Эксперимент нельзя проводить



Обсуждение докладов продолжалось и кулуарах.

О рентгеновской оптике высокого разрешения, которой занимаются в Черноголовке, сделал доклад член-корреспондент РАН В.В. Аристов. Были получены очень красивые результаты по изготовлению планарных параболических линз, которые уже испытаны в Гренобле.

Они применяются в рентгеновских микроскопах, как рентгеновская оптика.

Из сообщений, посвященных источникам излучения, особый интерес вызвал доклад Н.А. Мезенцева, в котором был сделан обзор последних работ по созданию сверхпроводящих вигглеров. В этой области наш институт сейчас является признанным мировым лидером.

На семинаре «Мощные лазеры на свободных электронах и их применение» особо выделялись два доклада. Доклад А.В. Чернышова (Институт химической кинетики и горения) был посвящен статусу проекта FEL-SUT, экспериментальной установке для многофотонной диссоциации и разделения изотопов в газовой фазе. В докладе В.Литвиненко сообщалось о состоянии работ в Университете Дюка (США), с которым ИЯФ давно сотрудничает. Кстати, в 2000 году для этого университета у нас сделали метровый ондулятор ОК-5, который будет в следующем году там установлен.

Предполагается, что можно будет получить генерацию не на 0,19 мкм, а 0,1 мкм, а может быть, и короче.

Интересный проект сейчас реализуется в Дубне, ему был посвящен доклад чл.-корреспондента РАН И.Н. Мешкова. В Голландии сейчас остановили накопитель и перевезли его в Дубну. Здесь, используя элементы этого накопителя, хотят создать источник синхротронного излучения высокой яркости «почти третьего поколения».

Это весьма перспективное направление сейчас интенсивно развивается во всем мире. Эти яркие источники синхротронного излучения относительно небольшие и весьма эффективные. Для Дубненского проекта ИЯФ делает один или два вигглера с полем 10 Тесла.

Говорят участники конференции

Наш корреспондент попросил участников конференции — руководителей российских центров СИ и совместных с ИЯФ проектов — ответить на несколько вопросов, касающихся истории и перспектив сотрудничества с нашим институтом.



Dr. Satinder Kumar Sikka, член Индийской национальной академии наук, сотрудник Отделения физики высоких давлений, Bhabha Atomic Research Centre (BARC), г. Мамбаи (Индия), соруководитель с индийской стороны проекта российско-индийской станции энергодисперсионной дифрактометрии вещества при высоких давлениях на накопителе ВЭПП-4.

Я работаю в Центре атомных исследований BARC почти сорок лет. BARC — главная научно-исследовательская организация Департамента атомной энергии Индии. Проводимые здесь исследования охватывают все аспекты ядерной науки и технологии как фундаментальные, так и прикладные. Моей областью интересов является поведение вещества при высоких давлениях и физика ударных волн. Я занимаюсь как теоретическими, так и экспериментальными исследованиями в этом направлении. Докторская диссертация была посвящена фазовой проблеме в дифракции нейтронов. Я — председатель Индийского национального общества кристаллографии. В начале 90-х мы участвовали в совместной работе по развитию экспериментальной станции рентгеновской дифрактометрии вещества при высоких давлениях в алмазных наковальнях на ВЭПП-3. Сейчас наши главные планы связаны с 2.5 ГэВ-ным синхротроном — источником СИ, который создается в Центре передовых технологий САТ в г. Индор. На этом накопителе под моим общим руководством планируется создать восемь экспериментальных станций. В этом мы были бы рады иметь активную коллаборацию и помощь со стороны ИЯФ. А пока создается наш синхротрон, мы готовимся работать на ВЭПП-3 и ВЭПП-4 в рамках Российско-Индийского долгосрочного интеграционного проекта ILTR.



Сергей Николаевич Мазуренко, зам. директора по науке ГНЦ РФ «НИИ физических проблем им. Ф.В.Лукина», Зеленоград.

НИИ физических проблем занимается проведением фундаментальных и прикладных исследований в целях развития отечественной электроники и связанных с этим процессов высокой технологии. Наше сотрудничество длится уже почти два десятка лет и связано с созданием центра высоких технологий на базе источника СИ «Зеленоград». Государство вложило в решение этой проблемы около 100 млн. долларов США, осталось вложить еще 7-10 миллионов. Если они будут найдены, то перспективы нашего сотрудничества с ИЯФ самые хорошие.



Владимир Георгиевич Станкевич, директор Курчатовского источника синхротронного излучения (КИСИ), Москва.

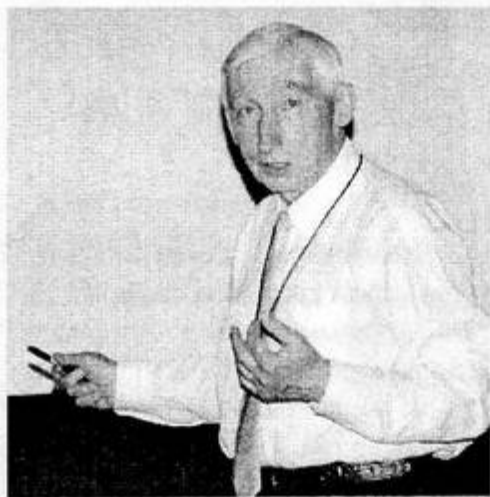
Я представляю Курчатовский источник синхротронного излучения. Наше сотрудничество с ИЯФ продолжается около двадцати лет. Результат — первый в России специализированный синхротронный центр, построенный ИЯФом и Курчатовским институтом.

На сегодня ИЯФ является наиболее авторитетным центром СИ в СНГ и Европе, который обладает огромным опытом использования СИ, организации исследований, строительства и запуска экспериментальных станций, и, конечно, эксплуатации накопителей. Все это является жизненно важными вопросами для КИСИ. Поэтому тесные связи с Сибирским центром СИ для нас являются определяющими.



Михаил Николаевич Якименко, ведущий научный сотрудник Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (Москва), руководитель работ с использованием СИ на синхротроне С-60.

Много лет назад ИЯФ создал «Элит-3» — инжектор для нашего ускорителя С-60. С тех пор мы и сотрудничаем. Мое представление о дальнейших перспективах этого сотрудничества — надежда на лучшее будущее, а надежда умирает последней.



Игорь Николаевич Мешков, член-корр. РАН, один из руководителей проекта создания третьего российского центра СИ «ДЭЛСИ» (Дубненский Электронный Синхротрон, ОИЯИ).

Я — воспитанник ИЯФ, мое «сотрудничество» с ним началось 1 февраля 1959 года и продолжается по сей день. Результаты отражены в сборнике, посвященном сорокалетию ИЯФа — бетатрон Б-3 с током 300 А, электронное охлаждение, Физико-технологический центр в г. Липецке.

Перейдя в 1993 г. на работу в ОИЯИ, никогда не терял связи с родным институтом: в ИЯФе бываю очень часто. Сейчас это выражается, прежде всего, в продолжении работ по развитию метода электронного охлаждения, создании в ОИЯИ источника резонансных нейтронов (проект «ИРЕН») на базе линака, разработанного в ИЯФ (руководитель этой работы П. Логачев). В Дубне продолжается сооружение источника СИ «ДЭЛСИ» на основе ускорительного комплекса, переданного в дар из NIKHEF (Амстердам). И здесь роль ИЯФ также определяющая, так как сверхпроводящий вигглер с полем 10 Т, созданный в ИЯФ — изюминка этого проекта.

Отчет о конференции подготовили

В. Барышев,

А. Анчаров,

И. Онучина.

Фоторепортаж **В. Крюкова.**

Качество и надежность

Продолжение. Начало на стр. 1

очень сложна. В такой ситуации основная забота зарубежных заказчиков — это качество и надежность: ни при каких ситуациях ничто не должно выходить из строя.

Вот что рассказал в беседе с нашим корреспондентом **Михаил Николаевич Егорычев.**

— Работа предстоит очень большая — нужно изготовить около семи с половиной тысяч шин. Требования к этим изделиям очень высокие. На сегодняшний день это самая современная технология: надежность обеспечивается прежде всего конструкцией шин и неукоснительным соблюдением технологии. В этом залог успешной работы.

— Вероятно, непросто было получить столь выгодный заказ?

— Чтобы получить контракт, нам пришлось много поработать и доказать свое право на выполнение этого заказа. Эти работы мы начали два года назад. До знакомства с технологией, предложенной нашими специалистами, шину разрезали на три части, каждая из которых изготовлялась отдельно — там есть участки очень сложной конфигурации — а потом это все соединяли. И все европейские фирмы, участвовавшие в тендере, в том числе и знаменитая чехословацкая Тесла, отказывались делать цельную шину.

То, что мы нашли технологию, позволяющую не разрезать шину, стало, конечно, решающим моментом. Нам удалось также найти более надежную технологию и для цельного изготовления еще одного участка шины — температурного компенсатора, так называемой лиры. Александр Николаевич Косарев, который занимается уникальной вакуумной диффузионной сваркой, предложил такой способ. После того, как мы сформулировали наши предложения, был составлен меморандум. В нем были обозначены основные моменты, которые мы должны были продемонстрировать. В частности, возможность изготовления этой гибкой части из медных ленточек — лиры — таким образом, чтобы их кончики стали монолитом. А.Н. Косарев занялся изго-

товлением образцов, которые затем продемонстрировали гостям из CERN во время их очередного визита. Они были просто поражены тем, что удалось уйти от огромного количества сварок, паек. В данной ситуации это очень важное обстоятельство: именно в местах соединения очень часто бывают трещины, а проконтролировать очень сложно. И лишь после того, как мы подтвердили свои обещания практическими результатами, право на выполнение этого заказа перешло к нам. Кстати, образцы, представленные нами, забрали в CERN и подвергли очень жесткой проверке, которую они успешно выдержали. Все это стало определяющими моментами для того, чтобы решение было принято в пользу ИЯФа. Хотя, конечно, удаленность нашего института и нестабильность политической ситуации в нашей стране очень часто отпугивают наших потенциальных заказчиков.

— Насколько сложна технология изготовления шин?

— Изготовление таких шин — очень сложный процесс. Сначала их рихтуют, то есть выравнивают. Затем следует механическая обработка. По механической обработке нам предъявили достаточно жесткие требования на чистоту и точность обработанных поверхностей. А при нашем станочном парке это выполнить непросто.

Следующий этап — гибка. Внутри у шины есть канал, в который мы должны вставить сверхпроводящий кабель, а все свободные пазухи затем заполнить оловянным припоем. Но при гибке внутренний канал «схлопывается». И нам нужно было достичь такого результата, чтобы максимально сохранить сечение, иначе бы олово не прошло. И это была одна из очень сложных проблем, на решение которой пришлось потратить много времени. Было придумано приспособление, с помощью которого удастся согнуть шину, сохранив при этом отверстие, через которое затем должно пройти олово. Гибка очень сложная — она трехмерная, при этом нужно выдерживать заданные размеры. Есть такое понятие развертка: сначала мы должны ее теоретически рассчитать. Но все равно сохраняется большая погрешность:

Окончание на стр. 8.

М. Голковский

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПУЧОК В АТМОСФЕРЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

Сложившейся традицией в нашем институте является проведение поисковых работ, которые могли бы способствовать внедрению выпускаемого институтом оборудования. В БИЯФ уже в течение около 16 лет, с разной интенсивностью, проводятся исследования по нанесению покрытий на металлы с использованием концентрированного релятивистского электронного пучка с энергией электронов в диапазоне 1–1,5 МэВ, выпущенного в атмосферу. Покрытия формируются путём оплавления порошкового материала, помещённого на поверхность металлической основы. Электронный пучок генерируется промышленным ускорителем ЭЛВ-6, снабжённым устройством концентрированного выпуска пучка в атмосферу. Релятивистский электронный пучок (РЭП) хорошо приспособлен для прогрева поверхностного слоя материалов, ввиду его проникновения на глубину порядка 1 мм в металлы (глубина обратно пропорциональна плотности) и на примерно удвоенную глубину в порошки того же состава.

Что касается порошков, то по возможности их объёмного прогрева РЭП не имеет альтернативы. Действительно, все широко используемые в настоящее время концентрированные источники энергии, а именно, т.в.ч., плазматроны, электронные пучки низкой энергии, лазеры и ионные пучки, либо не способны эффективно прогревать порошок в силу поверхностного ввода ими энергии в материал, либо, в случае т.в.ч., пронизывают порошок без нагрева вследствие плохой проводимости между частицами порошка, даже изготовленного из проводящего материала. При применении вышеупомянутых источников для наплавки порошковых материалов приходится ждать, пока произойдёт послойное проплавление порошка сверху вниз, или (в случае

т.в.ч) снизу вверх от расплавленной подложки. Положительным свойством РЭП, помимо объёмного прогрева, является возможность производить обработку вне вакуума при атмосферном давлении. Кинетика разлёта паров при проведении наплавки значительно благоприятнее при атмосферном давлении, чем в вакууме. Появляется возможность использования флюса. Исследования по наплавке порошковых материалов проводились и проводятся в сотрудничестве с заинтересованными организациями. Заметный вклад в развитие технологии внесли такие наши партнёры из сотрудничавших организаций, как Л.П. Фоминский, И.М. Полетика, В.И. Жаботинский. Наиболее полно были исследованы покрытия, формируемые из различных порошков, на стальной основе. Отдельные варианты нанесения покрытий были опробованы на меди и бронзе. В 1988 г. в г. Марганец Днепропетровской области ИЯФ был поставлен ускоритель ЭЛВ-4, специально предназначенный для задач наплавки на различные изделия под патронажем Днепропетровской организации Черметмеханизация. На этом ускорителе был выполнен ряд работ как по наплавке, так и по другим, не связанным с ней направлениям: спекание порошков, очистка металлов, высокотемпературный синтез в газовой фазе. К сожалению, сложное экономическое состояние предприятия и отсутствие применения разрабатываемых технологий привели к тому, что ускоритель в г. Марганец в настоящее время не функционирует.

Возвращаясь к наплавке на сталь, надо сказать, что, несмотря на большой объём проведённых исследований и неплохие результаты оценки качества покрытий, эта технология не вызвала пока широкого интереса среди потенциальных потребителей. По-видимому, одной из причин, возможно главной, является

существование нескольких альтернативных способов наплавки на сталь, главным образом — наплавки электродом с помощью сварочного оборудования. В последние годы устойчивый интерес к наплавке порошковых материалов проявляет факультет материаловедения и инженерных наук Университета науки и технологии из г. Поханг (Ю-Корея). С корейской стороны в работе участвуют, в основном, аспиранты названного университета. Мы надеемся, что в итоге этой работы корейская сторона приобретёт аналогичную установку. Организационное отличие сотрудничества с Похангским университетом от работ с предыдущими партнёрами состоит в большем научном вкладе с нашей стороны. Мы участвуем не только как владельцы пучка и операторы оборудования, но и как (в меру приобретённого опыта и знаний) специалисты по материаловедению в вопросах формирования покрытий, их структуры, свойств и т.п.

Позволю себе высказать следующее мнение, сформированное на основании опыта совместной работы. При взаимодействии со специалистами из другой области знания овладение этой областью является обязательным. Надо становиться специалистом во всём, с чем имеешь дело, что позволяет избежать пустой траты времени. Работа в русле собственных идей всегда продуктивнее, а, главное — даёт возможность понять и оценить, что предлагает твой партнёр, и отсеять непрофессиональные предложения. К сожалению, с дилетантством партнёров сталкиваться приходилось, а бороться с ним можно только становясь специалистом в их области.

Возвращаясь к работе с корейцами, следует отметить, что их подход предполагал широкий охват всех возможностей. Было опробовано

вано много новых порошков для наплавки и существенно расширен набор металлических основ. На сей раз мы в большей степени взяли инициативу на себя и предложили сосредоточиться на подборе эффективных флюсов, обеспечивающих формирование покрытий. Остановились на флюорите (CaF_2). Этот флюс позволил сформировать качественные покрытия на стали, титане и распространённых титановых сплавах. Что касается титана, данный результат явился неожиданным, поскольку титан очень химически активен при температуре выше 600°C . Тем не менее, благодаря высокой скорости проведения процесса, которая может достигаться при использовании концентрированного РЭП, изготовленный из CaF_2 флюс предохраняет от окисления под пучком даже развитые титановые поверхности, в частности, титановый порошок, что позволяет использовать последний как добавку к другим порошкам. В результате образуется ровный наплавленный слой без пор, раковин и других дефектов. Отличительной особенностью формируемых покрытий является абсолютная адгезия оплавленного слоя с основой (усилие отрыва покрытия от основы не ниже прочности самой основы). Обычно же плохая адгезия является «ахиллесовой пятой» упрочняющих покрытий. В частности, качество покрытий, нанесённых плазменным методом, лимитируется их скалыванием при ударных нагрузках. Особый интерес представляют покрытия, формируемые на техническом титане и титановых

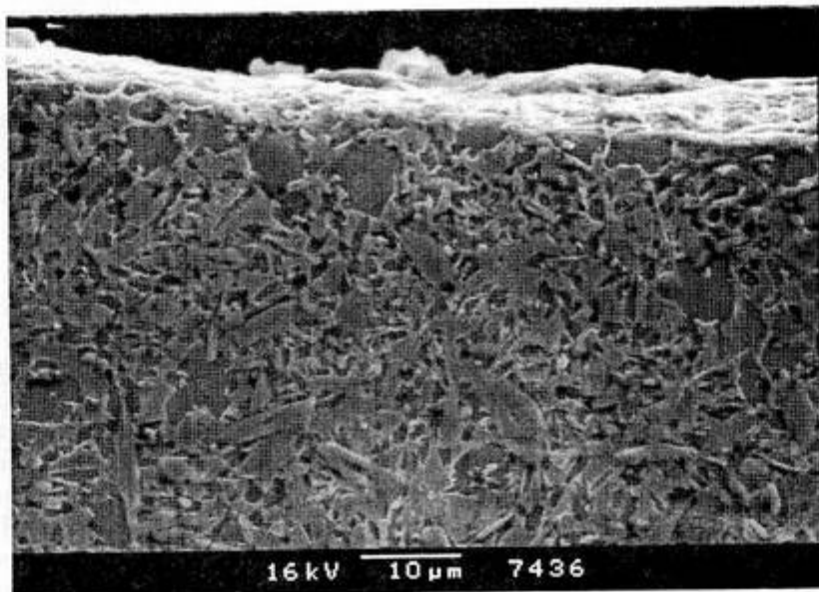


Рис. 1. Зона сросшихся кристаллов TiB_2 в покрытии, сформированном из порошков TiB_2 и MoB . На изображении, полученном со сканирующего электронного микроскопа, представлена приповерхностная часть поперечного сечения покрытия.

сплавах из ряда таких, обладающих высокой твёрдостью порошков, как TiB_2 , TiC , TiN , MoB , B_4C , BN , TiAl и др. Большинство из них имеют температуры плавления около и свыше 3000°C , так что покрытия, сформированные из этих порошков, имеют не только высокую твёрдостью, но и существенно (по нашим оценкам в 1,5 раза) повышают жа-

ропрочность поверхностного слоя, по сравнению с жаропрочностью основы. Толщина формируемых покрытий 1–1,5 мм является удобной для многих применений, предусматривающих значительные контактные нагрузки на изделие. Твёрдость покрытий по всей толщине слоя примерно равна твёрдости закалённой на мартенсит стали. Она составляет для разных покрытий 600–800 кг/мм² по Виккерсу. На рис. 1 представлена микрофотография со сканирующего электронного микроскопа поперечного сечения

покрытия, сформированного из смеси порошков TiB_2 и MoB на основе из сплава 5%Al, 2,5%Sn, Ti-остальное. В поле зрения микроскопа зона с высокой концентрацией включений TiB. Это соединение образовало структуру из сросшихся кристаллов в виде ячеистого твёрдого каркаса. Ячейки этого каркаса заполнены сравнительно мягким материалом основы (матрицы). Испытания на износостойкость по стандартной методике показали, что износостойкость наплавленного слоя, толщиной 1 мм возросла более, чем в 10 раз по сравнению с основой. Схема испытаний предполагала трение о речной песок, который подсыпался под вращающийся валик, прижимающийся к испытываемому изделию (так называемое трение о нежесткозакрепленные частицы). Результаты представлены на рис. 2. Насколько нам известно, покрытия на титановых сплавах, обладающие такой высокой износостойкостью, при толщине слоя 1 мм на титане ещё не были получены. Описываемые работы по наплавке проводятся в лаб. 12 на стенде корпуса 17.

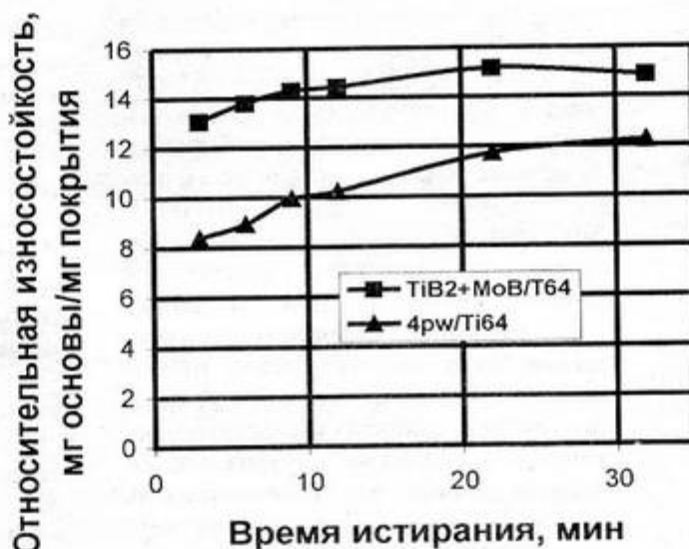


Рис. 2. Относительная износостойкость покрытий из смеси порошков TiB_2 , MoB , нанесённых на сплав 6%Al, 4%V, Ti-остальное и из смеси порошков TiB_2 , TiC , TiN , MoB на том же сплаве. Показатель износостойкости (ось Y) представляет собой отношение потерь масс при равных условиях износа поверхности основы без покрытия и с покрытием.

Качество и надежность

Окончание. Начало на стр. 1.

медь при сгибании ведет себя не так, как предполагается. Однако постепенно справились и с этой проблемой.

Следующая сложная задача, над которой мы долго бились — это заливка оловом. И здесь удачное решение нашел Алексей Алексеевич Бехтенев (лаб. 1-4). Эта технология оказалась очень сложной, и это подчеркнули специалисты CERNa: им не удавалось всю шину залить оловом так, как это необходимо. Мы делаем так: из одного тигля все олово выкачивается в одном направлении в другой тигль, из него — обратно, и так — два-три раза. Это нужно для того, чтобы максимально убрать неизбежно возникающие внутри газовые «пузыри». В CERNе такого результата не смогли добиться, а у нас все-таки получилось. Все это происходит под давлением 5 атмосфер. После заливки оловом делают изолировку. Здесь тоже были свои сложности. Каптоновая лента, которую мы используем для этих целей, похожа на лавсан — очень жесткая. Первые образцы были некрасивые, но сейчас все наладилось и получается очень хорошо.

Изолирование линейной части тоже не обошлось без проблем. Здесь большую работу проделал Виктор Кузьмич Пискунов: у нас в институте для многих контрактных работ он спроектировал, изготовил и настроил изолирующие машинки. Ему удалось приспособить их под жесткую каптоновую ленту, требующую большого натяжения во время изолировки.

Следующий этап — полимеризация пленки. Форма должна точно обеспечивать габарит по размерам коробочки, в которую шина потом ляжет. Мы выполнили это требование, но оказалось, что шины полимеризуются не одинаково. Они имеют разброс по внешнему размеру, и если шина немножко тоньше, то в полимеризационной форме она лежит свободно. В результате при полимеризации образуются «пузыри», что не допускается категорически. Однако и здесь было найдено удовлетворяющее наших зарубежных заказчиков решение. Не все просто и с отправкой готовых шин: их упаковка достаточно сложна.

— Вам приходится не только слож-

ные технологические проблемы решать, но и параллельно с этим формировать новый коллектив...

— Да, это всегда непростой процесс, а в нашей ситуации он сложен вдвойне. Научное руководство осуществляет Петр Михайлович Иванов (лаб. 1), он поддерживает постоянные контакты с представителями CERN. Огромный объем работ выполнен коллективом конструкторского отдела, основная их тяжесть легла на плечи ведущих инженеров-конструкторов В.А. Полушина и Л.Л. Беловой.

Два моих заместителя и надежных помощника, оба — офицеры в отставке — Андрей Михайлович Додонов, бывший подводник, кандидат наук, и Виктор Андреевич Кравченко, бывший авиатор. На них лежит огромный объем работ. Алексей Алексеевич Бехтенев пришел к нам вместе с высококвалифицированным лаборантом Анатолием Константиновичем Щенниковым, они отвечают за очень важный участок работы. Александр Матвеевич Батраков и Булат Раминьевич Карымов (лаб. 6-1) разработали и изготовили систему управления печи полимеризации и печи заливки внутреннего канала шины оловом. Много усовершенствований внес в изготовление оснастки для обработки шины наш технолог Александр Васильевич Головкин. Большая нагрузка у начальника инструментального участка Виктора Петровича Галузина. Нужно отметить, что весь инженерный состав производства принимает активное участие в подготовке и осуществлении наших общих планов. С большой отдачей трудятся рабочие. Очень помог нам Юрий Андреевич Абакумов — он один из самых высококвалифицированных ияфовских фрезеровщиков. Но на начальном этапе, нужны именно такие профессионалы. А дальше уже будет работать кто-то по его рекомендации. Такая же ситуация и по обработке стеклотекстолита — это очень капризный материал, требующий твердосплавного инструмента. Поэтому сюда мы также пригласили очень опытного фрезеровщика Ивана Константиновича Виноградова. Для первой партии он сделал всю работу — подготовил оснастку, инструмент, а дальше все это кому-то будет передано для по-

стоянной работы.

Нагрузка — и физическая, и эмоциональная — очень большая, но люди трудятся с полной отдачей, не считаясь с временем. Вот уже два месяца мы работаем без единого выходного, так как срок поставки задан очень жестко. Хотелось особо поблагодарить Надежду Николаевну Пикулину и Надежду Андреевну Щагину: женщинам, которым еще и о семье надо позаботиться, сложнее обходиться без выходных — огромное им спасибо.

— А как начиналось «оживание» нового цеха?

— Начинали мы все эти работы в марте, когда было холодно и очень трудно. Самые большие сложности выпали на долю наших «первопроходцев», ребят из радиомастерской Валерия Михайловича Пастушенко, Владимира Владимировича Вознюка и Владимира Ильича Шаболина. Они первыми сюда пришли и начинали с нуля: помогали готовить здание, все чистить, делали планировку. Этим ребят я знаю давно, знаю, как они умеют работать. Технологию они знают с нуля, так как сами прошли все технологические операции.

— По какому принципу подбираете новый коллектив?

— Основную часть людей взяли из института: кто-то просился или согласился перейти к нам. При дальнейшем наборе мы, конечно, прежде всего будем обращать внимание на квалификацию. Сейчас у нас тридцать пять человек, а должно работать примерно пятьдесят. Такой состав должен обеспечить нужный темп работ уже при серийном производстве. Хотелось бы чтобы коллектив был сплоченным, дружным. Одна из организационных проблем, над решением которой мы сейчас работаем — это обеспечение бесплатного питания. Думаю, что это вполне возможно. У нас конвейер, и он должен работать бесперебойно. С этим же связано и то, что мы сейчас обучаем людей владению двумя-тремя смежными технологическими операциями, чтобы в случае необходимости они могли встать на замену и обеспечить бесперебойную работу конвейера.

Беседовала И. Онучина.

Адрес редакции:
630090, Новосибирск
пр.ак.Лаврентьева, 11, к.423
Редактор И.В. Онучина

Газета издается
ученым советом
и профкомом ИЯФ СО РАН
Печать офсетная. Заказ № 76

«Энергия-Импульс»
выходит один раз
в три недели.
Тираж 400 экз.