

К ИСТОРИИ КОЛЛЕКТИВА ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИКИ БЕРИЛЛИЯ В ННЦ ХФТИ

(ПОСВЯЩАЕТСЯ ПАМЯТИ Г.Ф. ТИХИНСКОГО)

И.В. Шпагин

*Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»
г. Харьков, Украина*

Статья посвящена истории образования и развития коллектива лаборатории физики бериллия ННЦ ХФТИ, которая много лет плодотворно работала под руководством Г.Ф. Тихинского. В хронологическом порядке изложены основные достижения коллектива в научном и технологическом направлении. Отмечена выдающаяся роль Г.Ф. Тихинского, внесшего большой вклад в развитие отечественной науки.

11 августа 2005 г. исполнилось 75 лет со дня рождения Геннадия Филипповича Тихинского известного ученого, доктора физико-математических наук, профессора, лауреата Государственной премии Украины, одного из основателей в ННЦ ХФТИ (в то время УФТИ) коллектива сотрудников по изучению физики бериллия.

Геннадий Филиппович начал свою научную деятельность в 1955 г в лаборатории В.М. Амоненко, закончив до этого ядерное отделение физ.-мат. факультета в Харьковском государственном университете. К этому времени группа ученых – А.К. Вальтер, В.Е. Иванов, В.М. Амоненко, В.Д. Бурлаков во главе с директором УФТИ К.Д. Синельниковым в соответствии с правительственным постановлением (Протокол №5 от 28 сентября 1945 г.) разрабатывала метод вакуумной дистилляции бериллия по чистоте пригодного для изготовления ядерного оружия [1]. Тогда же ученые как отечественные, так и зарубежные впервые столкнулись с проблемой получения чистого металла, обладающего высоким реактивным свойством при высоких температурах.

В том же 1955 г. Геннадий Филиппович, под руководством В.М. Амоненко проводил на лабораторной установке исследования по влиянию различных факторов (материала дистилляционного устройства, температурного градиента конденсационной колонны, скорости испарения исходного металла и др.) на эффективность очистки бериллия методом вакуумной дистилляции. Результаты исследований были отражены в публикациях [2,3]. Одновременно Геннадий Филиппович вместе с А.А. Круглых разрабатывали технологию получения вакуумплотных бериллиевых фольг методом конденсации из паровой фазы при определенных тепловых режимах.

В 1956 г. вступили в эксплуатацию две полупромышленные установки для дистилляции бериллия, оснащенные современной системой откачки конструкции УФТИ [4]. В этом же году была успешно завершена программа по получению необходимого количества дистиллированного бериллия требуемой чистоты. Впоследствии эти две установки были переданы в эксплуатацию в г. Подольск, а в 1967 г при непосредственном участии сотрудников УФТИ В.М. Амоненко, Г.Ф. Тихинского, И.В. Шпагина вступили в строй промышленные установки для ди-

стилляции бериллия в г.Усть-Каменогорск (Ульбинский металлургический завод).



Г.Ф. Тихинский

Успехи, достигнутые учеными УФТИ по разработке и внедрению в производство метода вакуумной дистилляции бериллия, явились основой для дальнейшего систематического исследования свойств этого металла. В 1959 г. образовалась группа во главе с Г.Ф. Тихинским для проведения работ по этой тематике. В состав группы из научного персонала тогда вошли И.И. Папилов, И.В. Шпагин, К.А. Шавердов. Кроме этого, в работе с бериллием принимали непосредственное участие научные сотрудники из других групп – В.М. Ажажа (механические испытания), В.А. Финкель (рентгеноструктурный анализ), а так же химики-аналитики Н.В. Сивоконь, Е.М. Саенко, Е.В. Лифшиц. Некоторое время проводились работы по исследованию монокристаллов бериллия с сотрудниками отдела Б.Г. Лазарева. Комплекс работ по бериллию определялся в то время следующими направлениями: 1) получение чистого бериллия методом вакуумной дистилляции, зонной очисткой (позднее зонной очисткой с электропереносом), комбинированной очисткой; 2) получение компактного металла (в основном – литей-

ной технологией); 3) термомеханическая обработка компактных заготовок; 4) изучение механизма пластической деформации моно- и поликристаллического бериллия.



Г.Ф. Тихинский с сыном

Итак, 1959 г. следует считать началом образования коллектива сотрудников по изучению физики бериллия под руководством Г.Ф. Тихинского. В течение первых нескольких лет появляются публикации, вызвавшие большой интерес в научном мире. К их числу следует, прежде всего, отнести статью «Пластическая деформация текстурированного бериллия» [5], в которой образцы для испытаний изготавливались из компактного вакуумплотного конденсата [2] чистотой 99,9 мас.% и средним размером зерна ~ 30 мкм (в рекристаллизованном состоянии). Впервые были достигнуты высокие (для того времени) пластические характеристики ($\delta \geq 14\%$).

Другая статья «Высокотемпературный полиморфизм бериллия» [6], в которой с высокой точностью определен фазовый переход в бериллии методом измерения электросопротивления.

Следует так же отметить серию публикаций [7], посвященных изучению процессов испарения и конденсации при дистилляции бериллия. Так, например, было установлено, что такие элементы, как кислород и углерод, входящие в состав исходного металла, не проникают в конденсат при дистилляции бериллия.

В 1961 г. Геннадий Филиппович защитил кандидатскую диссертацию. В этом же году вышла из печати монография, посвященная получению ряда металлов, в том числе бериллия высокой чистоты методом вакуумной дистилляции [8].

Широкую известность, как в Союзе, так и за рубежом обрели ученые ХФТИ уже в 1963 г. (труды Лондонской конференции [7]). Кроме этого, был оформлен ряд отчетов главным образом по технологическим проблемам в соответствии с постановлением Министерства среднего машиностроения. Правительство высоко оценило работу сотрудников ХФТИ и в середине 60-х годов в соответствии с Решением Министерства коллектив еще в составе группы стал ведущим в Союзе по физике бериллия. С этого момента ученые ХФТИ проводили куриро-

вание других центров (в Киеве, Москве, Ленинграде, Подольске и др.) и организовывали проведение конференций в городах Харьков, Москва и Усть-Каменогорск.

В 1966 г. Геннадий Филиппович принял участие в работе Гренобльской Международной конференции [9].

За период между двумя международными конференциями (Лондонской и Гренобльской) в отечественных и зарубежных публикациях уделялось большое внимание проблеме низкотемпературной хрупкости бериллия. Позднее (1968 и 1973 гг.) информация по этой теме была обобщена в монографиях Г.Ф. Тихинского и И.И. Папирова [10,11]. По существующим представлениям металл может быть пластичным лишь при условии наличия пяти независимых видов деформации (2 – в плоскости базиса, 2 – в плоскости призмы первого рода и 1 – в направлении пирамидального скольжения с небазисным вектором Бюргерса). Для бериллия недостающим видом деформации при низких температурах может быть только пирамидальное скольжение с небазисным вектором Бюргерса. Исходя из закономерностей систем скольжения для металлов с гексагональной плотноупакованной решеткой наиболее оптимальное соотношение $c/a = 1,59 \dots 1,60$ (например - Ti). Для бериллия, хотя $c/a = 1,56$ не совсем оптимальное, напряжение Пайерлса – Набарро для пирамидального скольжения непропорционально высокое. Впрочем, отклонение от общей закономерности систем скольжения для ГПУ-группы наблюдается и для других металлов. Другим фактором, определяющим механизм пластической деформации, являются примеси. Бериллий, как известно, имеет самый малый размер параметров кристаллической решетки по сравнению с другими ГПУ-металлами. И дело скорей всего обстоит не в межплоскостных расстояниях, а в степени искажения решетки примесями. Для бериллия любая примесь является сильно искажающим фактором.

В связи с этим дальнейшие исследования природы хрупкости бериллия были тесным образом связаны с проблемой глубокой очистки металла. Главным в этом направлении являлось усовершенствование вакуумной дистилляции как наиболее производительного процесса.

В 1967 г. произошли существенные изменения в коллективе – Геннадий Филиппович назначается на должность начальника лаборатории по физике бериллия. С 1974 г. он возглавил отдел чистых металлов, металлофизики и технологий новых материалов. В лаборатории происходят организационные изменения, определившие следующие основные направления – участок дистилляции и литья, участок деформации и механико-термической обработки, участок металлографии и электронной микроскопии, аналитическая группа, группа механических испытаний, группа исследований механизма деформации, группа рентгеноструктурного анализа и др. В это же время лаборатория физики бериллия начинает принимать активное участие в усовершенствовании процесса вакуумной дистилляции на промышленных установках Ульяновского металлургиче-

ского завода в г. Усть-Каменогорск. Перед учеными и технологами как в Союзе, так и за рубежом ставилась задача исследования возможности применения бериллия в качестве конструкционного материала главным образом для ракетной и космической техники. За основу для выполнения этой задачи была взята на вооружение порошковая металлургия.

Другое направление – литейная технология – не нашло широкого применения и связано с проблемой получения качественных слитков, пригодных для измельчения структуры механико-термической обработкой.

Для решения задачи о возможности применения бериллия в конструкциях в лаборатории УФТИ было принято два направления: 1) получение чистого бериллия в виде конденсата и усовершенствование литейной технологии; 2) разработка, конструирование и изготовление установки для получения сферического порошка.

К концу 60-х годов лаборатория приступила к широкомасштабному исследованию механизма деформации в поликристаллическом бериллии. К этому времени благодаря усовершенствованию литейной технологии и разработке технологии механико-термической обработке литого металла появилась возможность получать мелкозернистый бериллий с однородной структурой с чистотой до 99,99 мас.% по металлическим примесям и в количестве достаточном для исследований [12]. В то время высокочистый бериллий получали в результате многократных (повторных) передистилляций [13]. Начиная с 1970 г., поступает в открытую печать серия публикаций, посвященных деформационному механизму моно- и поликристаллов и природе низкотемпературной хрупкости бериллия. Здесь прежде всего следует отметить работы по влиянию примесей и размера зерна на температуру хрупкопластичного перехода (T_x) [14,15]. Для этой цели была использована теория Армстронга [16] (вернее представление), определяющая зависимость T_x от размера зерна и примесей, примененная для ГПУ-металлов с ограниченной системой скольжения.

Проведенные испытания образцов литого и деформированного металла разной чистоты и среднего размера зерна показали хорошее согласование с теорией Армстронга. Однако для образцов чистотой $\geq 99,95$ мас.% наблюдается заметное отклонение от теории в сторону снижения T_x , что свидетельствует о появлении дополнительного механизма деформации. Дальнейшие исследования показали, что таким дополнительным видом деформации является проскальзывание по границам зерен. Последующая серия исследования механизма деформации и характера разрушения (испытание сжатием, растяжением, изгибом) [11] подтвердила заметное возрастание механических характеристик в металле высокой чистоты с мелкозернистой и однородной структурой.

Полученные материалы легли в основу докторской диссертации Г.Ф.Тихинского (защита в 1971 г.).

Итак, лабораторные исследования показали возможность применения литого и деформированного металла высокой чистоты в конструкциях. Напри-

мер, листовой бериллий толщиной ~ 2 мм успешно подвергается тепловой (~ 400 °С) штамповке сложной конфигурации.



Г.Ф. Тихинский и В.М. Ажжажа

Параллельно выполнению указанных исследований проводилась работа по конструированию и изготовлению установки («Сфера») для получения сферического порошка методом распыления металла из жидкой фазы с помощью форсунки. Подобные установки применялись для получения порошка из хрупких (в основном) металлов. Для бериллия такая установка разрабатывалась впервые с учетом необходимых температурных режимов и конструкции форсунки (группа А.В. Бабуна). В середине 70-х годов установка была изготовлена в опытном производстве ХФТИ и успешно прошла испытания на Ульбинском металлургическом заводе. Полученные опытные партии порошка после соответствующей обработки (спекание, термомеханическая обработка) показали повышенные механические характеристики и коррозионную стойкость. К сожалению, сдача установки в постоянную эксплуатацию не была осуществлена из-за сложности переоборудования цеха в соответствии с требованиями по технике безопасности. Не было возможности также внедрения на завод литейного цеха из-за отсутствия соответствующего финансирования. По этой причине развитие литейной технологии в рамках бывшего Союза так и не осуществилось.

Тем не менее, выполняя заказы Министерства среднего машиностроения по научной тематике, наша лаборатория получила возможность приобретения соответствующих приборов, материалов и оборудования, необходимых для производства небольших партий изделий из бериллия и его сплавов. В середине 80-х годов в рамках лаборатории образовался производственный сектор, обеспечивающий мелко серийный выпуск фольги и проволоки из бериллия и его сплавов. К этому времени благодаря усовершенствованию метода вакуумной дистилляции и вводом в эксплуатацию установки «Белка-2» повышенной производительности, появилась возможность получать бериллиевый конденсат чистотой 99,92...99,95 мас.% в количестве 10...15 кг в год. К этому времени были достигнуты определенные успехи в литейной технологии и, особенно в

технологии механико-термической обработки литых заготовок с получением мелкозернистого бериллия с ячеистой (субзернистой) структурой (группа И.А. Тараненко – Г.И. Волокита – К.В. Ковтун). Большие успехи были достигнуты в разработке технологии и получении из литого бериллия проволоки (группа Г.Е. Плетенецкого). Выпускаемые в лаборатории изделия обладали превосходными качествами: для фольги – механические характеристики, вакуумплотность, рентгеновская прозрачность; для проволоки – сверхпроводящие характеристики, особенно для сплава АБ (алюминий бериллий).

По настоянию Геннадия Филипповича с целью повышения производительности по выпуску чистого бериллия в лаборатории преступили к разработке технического задания (ответственные исполнители Н.С. Пугачев, И.В. Шпагин с привлечением конструкторов) на изготовление установки для вакуумной дистилляции бериллия, конструкция которой обеспечивала: 1) максимальную производительность – 1,5 кг чистого конденсата за один цикл (5 дней); 2) технику безопасности по современным требованиям; 3) систему откачки, исключающую попадание паров вакуумного масла в рабочую камеру. В 1989 г. новая установка для дистилляции («Белка»-3) была изготовлена опытным производством ХФТИ. Сборка установки и испытания производились уже после переезда лаборатории в новые помещения (здание № 86 новой площадки, 1990 г.).

Период 1991-1995 гг. был сопряжен с определенными проблемами с точки зрения проведения научно-исследовательских работ (прекращение госзаказов и финансирования). За это время был проведен комплекс работ по конструированию и изготовле-

нию дистилляционного устройства новой конструкции и проведению опытных циклов с установлением оптимального теплового режима.

Следует отметить также направление исследований, не обычное, на первый взгляд, для нашей тематики, связанное с повышением защиты персонала и окружающей среды при работе с бериллием. К этому времени появилось достаточно большое количество публикаций, посвященных влиянию соединений бериллия на человеческий организм. Для профессиональной болезни – бериллеза в отличие, например, от силикоза до сих пор нет эффективного лечения и не выяснена этиология этого заболевания. А установленные ранее нормы ПДК следует считать условными.

Несмотря на то, что сотрудники нашей лаборатории работали с бериллием в более благоприятных условиях (например, в сравнение с предприятием в Подольске и тем более на Ульбинском металлургическом заводе), профессиональной болезни подверглась и часть нашего персонала, и, к сожалению, для некоторых болезнь закончилась летальным исходом. С целью выявления источника загрязнения рабочего помещения – аэрозолями, содержащими бериллий, была проведена проверка всех технологических операций по обработке металла. Результаты проверки показали, что таким источником является бокс, в котором происходит обработка бериллиевого конденсата. В связи с этим по распоряжению Геннадия Филипповича было дано задание (ответственные исполнители Н.С. Пугачев, И.В. Шпагин) по исследованию возможности изменения технологии на участке дистилляции с целью существенного снижения пылящих операций.



Сотрудники лаборатории Г.Ф. Тихинского на 10-летнем юбилее лаборатории, 1984 г.

Нижний ряд слева – направо Л.А. Корниенко, И.В. Шпагин, Г.Ф. Тихинский, Б..Л. Токарев, Б.Ф. Титов, А.А. Николаенко, И.И. Папиров, А.В. Бабун; второй ряд – В.А. Емлянинов, Г.Г. Бобылев, А.И. Пикалов, К.В. Ковтун, В.С. Шокуров, Г.С. Кошкарев, В.В. Мозгин, П.И. Стоев; третий ряд – С.С. Мигаленя, Ю.Е. Цуканов, В.Г. Андерс, С.В. Сивцов, Н.В. Русинов, В.А. Шкуропатенко, А.А. Васильев, О.В. Кисель, С.П. Стеценко; верхний ряд – А.А. Озеров, И.И. Старченко, А.Р. Кроль, В.А. Науменко, А.И. Кучер

Решение поставленной задачи проводилось двумя направлениями. Во-первых, необходимо было изменить конструкцию конденсационной колонны с целью исключения проникновения паров металла в рабочую камеру в процессе дистилляции. Во-вторых, также возникла необходимость в изменении состава защитной обмазки, наносимой на подложку колонны, которую можно эффективно удалять с поверхности конденсата мокрой обработкой, при этом сохраняя качество металла. В конце 1989 г. поставленная задача была решена и уже после переезда в новые помещения работа с бериллием проводилась принципиально в новых условиях, отвечающих современным требованиям по технике безопасности и экологии. Разумеется, для утверждения новой инструкции по работе с бериллием необходимо провести совместные испытания с привлечением службы дозиметрии и пром. сан. врачей.

Работа в новых помещениях проводилась по прежней тематике. Однако основная задача в этот период состояла в получении металла высокой чистоты по металлическим и газовым примесям. Благодаря сотрудничеству Геннадия Филипповича с зарубежными учеными (активное участие в международных конференциях) наши научные достижения обрели широкую известность. К числу наиболее важных работ, проведенных за период 1991-1995 гг., следует отнести работы по применению дополнительной очистки исходного бериллия в процессе дистилляции [17]. Это позволило получать металл чистотой $\geq 99,995$ мас.% после повторной передистилляции. В 1995 г. начались переговоры американских ученых с Геннадием Филипповичем о возможности приобретения нашего металла в исследовательских целях. Однако с 1995 г. и последующие несколько лет стали для наших ученых периодом больших потерь. В сентябре 1995 г ушел из жизни Геннадий Филиппович Тихинский.



Г.Ф. Тихинский с отцом

Подводя итоги научной и административной деятельности Геннадия Филипповича в течение 40 лет, следует отметить, прежде всего, его высокую рабо-

тоспособность и умение вызывать повышенную заинтересованность среди ученых его идеями и программами. Труды созданного Геннадием Филипповичем коллектива сотрудников внесли весомый вклад в науку о физике бериллия и возможности расширения применения этого металла в новых отраслях техники. Правительство высоко оценило деятельность Геннадия Филипповича – он стал лауреатом Государственной премии Украины, награжден орденом «Знак почета», медалями другими наградами. Геннадий Филиппович по достоинству вошел в список лучших представителей ННЦ ХФТИ.

Прошло десять лет со дня смерти Г.Ф. Тихинского. За это время хотя сотрудники лаборатории понесли большие потери в кадрах – не стало старшего научного сотрудника, доктора наук Г.Е. Плетенецкого, инженера Е.А. Мухина, старшего научного сотрудника Л.А. Корниенко, инженера А.А. Озерова, научного сотрудника Н.С. Пугачева, лаборанта Н.Д. Бондаря, инженера А.И. Кучера работы по основной тематике продолжались. Произошли кадровые изменения: эстафету Геннадия Филипповича принял Владимир Михайлович Ажажа сначала в должности начальника отдела, затем в должности директора ИФТМТ; начальником лаборатории физики бериллия стал Константин Васильевич Ковтун. Получили достаточный опыт по работе с бериллием молодое поколение – А.Д. Солопихин, А.В. Вирич и др.

Подводя итоги научной деятельности ННЦ ХФТИ по физике бериллия за период с 1959 г. и до настоящего времени, отметим следующие основные моменты:

1. Усовершенствование метода вакуумной дистилляции бериллия позволило получать металл чистотой $\geq 99,995$ мас.% по металлическим примесям после повторной передистилляции. Применение современной системы откачки позволило также снизить содержание газовых примесей в конденсате.
2. Развитие литейной технологии и механико-термической обработки обеспечило получение поликристаллического бериллия высокой чистоты с однородной мелкозернистой структурой в количестве, достаточном для широкомасштабных исследований, а в настоящее время – для мелкосерийного изготовления изделий.
3. Разработана и изготовлена установка для получения сферического порошка. Показано преимущество порошкового материала в сравнении с существующими способами измельчения.
4. Проведены фундаментальные исследования механизма пластической деформации моно- и поликристаллического бериллия разной чистоты.
5. Проведены существенные изменения в технологии получения поликристаллического литого бериллия, отвечающие

современным требованиям техники безопасности и экологии.

В настоящее время работы по бериллию продолжают в рамках прежней программы. Основное направление в исследованиях – изучение природы низкотемпературной хрупкости бериллия. Однако уже сейчас на основании проделанной работы показано, что если в поликристаллическом бериллии при низких температурах еще не срабатывает пятая независимая система скольжения, то при чистоте $\geq 99,99$ мас.% появляются дополнительные компенсирующие виды скольжения за счет увеличения зон accommodation, возникновение дислокационных цепочек с небазисным вектором Бюргерса, релаксации напряжения по границам зерен при двойниковании и, особенно, в результате проскальзывания по границам зерен. Полученные данные свидетельствуют о принципиальной возможности использования бериллия в конструкциях. По нашему глубокому убеждению настало время создания отечественной промышленной базы для производства крупномасштабных изделий из бериллия.

ЛИТЕРАТУРА

1. K.D. Sinelnikov, V.E. Ivanov, V.M. Amonenko, V.D. Burlakov. *Proceeding of the Second International Conference in Peaceful Uses of Atomic Energy*, Geneva, 1958, v.4, p.295-299.
2. В.М. Амоненко, А.А. Круглых, В.С. Павлов, Г.Ф. Тихинский // *Заводская лаборатория*. 1960, №5, с.625.
3. В.Е. Иванов, В.М. Амоненко, Г.Ф. Тихинский, А.А. Круглых // *ФММ*. 1960, т.10, № 4, с.581.
4. В.С. Коган, Ю.Н. Ранюк, В.М. Шулаев. *К истории отечественной вакуумной техники* // ВАНТ. 2002, № 1, с.25.
5. В.М. Амоненко, Г.Ф. Тихинский, В.А. Финкель, В.М. Ажажа, И.В. Шпагин // *ФТТ*. 1961, т.3, №63, с.796.
6. В.М. Амоненко, В.Е. Иванов, Г.Ф. Тихинский, В.А. Финкель, И.В.Шпагин // *ФММ*. 1961, т.12, в.6, с.865.
7. K.D. Sinelnikov, V.E. Ivanov, V.M. Amonenko, G.F. Tikhinski *Metallurgy of Beryllium*. London: Chapman @ Hall. 1963, p.264 - 272.
8. В.Е. Иванов, И.И. Папилов, Г.Ф. Тихинский, В.М. Амоненко. *Чистые и сверхчистые металлы*. М.: «Металлургия», 1965.
9. V.E. Ivanov, V.M. Amonenko, G.F. Tikhinski, I.I. Papirov // *Conference Internationaly sur la Metallurgie du Beryllium*, Paris: Press Universitaires de France, 1966, p.33-37.
10. И.И. Папилов, Г.Ф. Тихинский. *Физическое металловедение бериллия*. М.:«Атомиздат», 1968, с.5-121.
11. И.И. Папилов, Г.Ф. Тихинский. *Пластическая деформация бериллия*. М.:«Атомиздат», 1973, с.5-300.
12. И.А. Тараненко, Г.Ф. Тихинский, Л.А. Корниенко, А.А. Николаенко, И.И. Папилов // *ФММ*. 1970, т.29, в.3, с.619.
13. Г.Ф. Тихинский, И.Н. Христенко // *Известия АН СССР, Металлы*. 1969, т5, с.90-94.
14. В.Е. Иванов, Г.Ф. Тихинский, И.В. Шпагин, Л.А. Корниленко, И.Н. Христенко, А.А. Николаенко // *ФММ*. 1971, т.31, в.6, с.1286.
15. В.Е. Иванов, Г.Ф. Тихинский, И.В. Шпагин, И.Н. Христенко // *ФММ*. 1971, т.31, вып.6, с.1282.
16. R.W. Armstrong // *Acta Met.* 1968, v.16, №3, p.347.
17. Н.С. Пугачев, И.В. Шпагин, А.Д. Солопихин, В.Д. Вирич, О.В. Кисель, К.В. Ковтун. О влиянии тугоплавких металлов (Nb, Mo) на эффективность очистки бериллия вакуумной дистилляцией // *Сборник докладов 9-го Международного симпозиума «Высокочистые металлические и полупроводниковые материалы»*. Харьков, 2003, с.38-40.

ДО ІСТОРІЇ КОЛЕКТИВУ ЛАБОРАТОРІЇ ПО ВИВЧЕННЮ ФІЗИКИ БЕРИЛІЮ В ННЦ ХФТІ

(ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ПАМ'ЯТІ Г.Ф.ТИХІНСЬКОГО)

І.В. Шпагин

Стаття присвячена історії створення і розвитку колективу співробітників ННЦ ХФТІ під керівництвом Г.Ф. Тихинського, які спеціалізувались по вивченню фізики берилію. В статті в хронологічному порядку викладені основні досягнення колективу в науковому і технологічному напрямі. Відзначена видатна роль Г.Ф. Тихинського, який зробив великий внесок у розвиток вітчизняної науки.

TO HISTORY OF THE LABORATORY OF PHYSICS OF BERYLLIUM IN NSC KIPT (IT IS DEDICATED TO G.F. TIKHINSKI MEMORY)

I.V. Shpagin

The article is devoted to history of creation and development of collective of employees NSC KIPT under the direction of G.F. Tikhinski, which were specialized in the study of physics of beryllium. In the article in a chronologic order main achievements of collective in direction scientific and technological are laid out. Noted prominent role G.F. Tikhinski, which did large contribution to development of domestic science.