

VIII. Мемуарные страницы

В нынешнем году 75 лет со дня рождения одному из ведущих специалистов в области измерений высоких давлений, ученику, соратнику и продолжателю дела общепризнанных основоположников направления метрологии высоких давлений ВНИИФТРИ — М.К. Жоховского, Е.В. Золотых и В.В. Бахваловой — доктору технических наук, академику Метрологической академии, видному учёному в области грузопоршневой манометрии и гидравлики высокого давления, учёному хранителю Государственного первичного эталона единицы давления в области избыточного давления в диапазоне 10–1600 МПа ГЭТ 43-2013, члену Рабочей группы МКМВ и ТК КООМЕТ по давлению — Владимиру Михайловичу Боровкову.

Редакции удалось получить воспоминания о наиболее важных этапах создания эталона и вместе с этим о становлении учёного-метролога, которые публикуются ниже.



УДК 531.787

МЫ СОЗДАЁМ ЭТАЛОНЫ — ЭТАЛОНЫ РАСТЯТ НАС**В.М. Боровков**

ФГУП «ВНИИФТРИ», Менделеево, Московская обл.
pressure@vniiftri.ru

Ставится вопрос о неразрывной связи приобретения и пополнения необходимых знаний создателями эталонов и совершенствованием эталонной аппаратуры.

Ключевые слова: эталон, разработка аппаратуры, поршневые пары, совершенствование.

WE DEVELOP STANDARDS — STANDARDS DEVELOP US

V.M. Borovkov

*FSUE “VNIIFTRI”, Mendeleevo, Moscow region
pressure@vniiftri.ru*

The question is raised about the indispensable link between the acquisition and replenishment of the necessary knowledge by the developers of the standards and the improvement of the standard equipment.

Key words: standard, equipment development, piston pairs, improvement.

По окончании Куйбышевского авиационного института я понял, что хочу учиться дальше в аспирантуре, но в моём городе аспирантур было очень мало. Пришлось заняться самообразованием. Меня заинтересовал функциональный анализ. Начал с теории функций действительного переменного — мне попался замечательный учебник И.П. Натансона. Эта книга начала расширять мои представления о пространствах функций. В институте нам дали практические задания по рядам Фурье, а книга Натансона дала видение функциональных пространств, которое постепенно распространилось и на видение всего мира. Как если бы живя в привычной и удобной комнате, хотя и без окон, выглянуть наружу и открыть для себя внешнее пространство. Это только ещё усилило моё желание учиться дальше. Но как и где?

Случайно узнал, что моему знакомому соискателю учёной степени кандидата технических наук потребовался радиоинженер для создания электронной аппаратуры кварцевого вискозиметра высокого давления. Я согласился ему помочь. Работал вечерами и ночами, параллельно изучал науку о жидкостях — реологию, чтобы лучше представлять себе объекты измерения. Аппаратуру сделал и даже выполнил анализ неопределённости результатов измерений. В награду за мою помощь мой знакомый порекомендовал меня начальнику отдела высоких давлений ВНИИФТРИ Е.В. Золотых, которая ранее была руководителем его преддипломной практики. Предполагалось, что меня примут в аспирантуру для создания во ВНИИФТРИ кварцевого вискозиметра в дополнение к имевшемуся вискозиметру с катящимся шариком.

Приехал готовиться, прочитал учебник метрологии М.Ф. Маликова. Накануне экзамена начальник отдела вызвала меня в свой кабинет и сказала, что кварцевый вискозиметр отделу не нужен. А очень нужен грузопоршневой эталон высокого давления. Я понимал, что от моей реакции зависел исход предстоящего экзамена. За несколько минут нужно было решиться. Я понятия не имел о грузопоршневых манометрах, но подумал, что дифференциальные уравнения для разных процессов похожи, так что справлюсь. И согласился — как в омут головой! Экзамен сдал. Комиссии понравилось моё свободное владение теорией вероятности и математической статистикой.

В феврале 1970 г. я приехал для учёбы. Оказалось, что требуется выполнить теоретическое моделирование грузопоршневого манометра высокого давления с учётом сжимаемости жидкости (оказывается, при давлении 1,5 ГПа она сжимается почти на четверть). Прочитал имеющиеся книги по гидродинамике несжимаемой жидкости и по теории грузопоршневых манометров М.К. Жоховского. Уравнения Навье — Стокса привели меня в замешательство (ещё не знал, что эти уравнения в принципе не решаются). Было решено попробовать устроить меня для прохождения дополнительного обучения на кафедру гидромеханики механико-математического факультета МГУ, поскольку к.т.н. Е.В. Золотых и начальник лаборатории, руководитель работ по созданию государственного эталона высокого давления к.т.н. В.В. Бахвалова являлись выпускниками этой кафедры. Меня представили профессору Н.А. Слезкину с просьбой взять в обучение и стать научным руководителем. Мои «покровители» ранее при мне вспоминали, что его студенты пролили немало слёз из-за его строгости. Я не надеялся на желаемый исход встречи. Он, естественно, захотел узнать, кто я такой. Никогда не забуду, как я «катился вниз по лестнице впечатления» при его опросе: не мехмат, не физфак, не МГУ, не МАИ, не московский ВУЗ, радиофакультет, правда, с красным дипломом (хорошо ещё, что он не копнул глубже, а то пришлось бы сознаться, что закончил школу рабочей молодёжи). Но почему-то он согласился! Дальше я прослушал курс лекций, из которых узнал, как из нерешаемой системы уравнений Навье — Стокса получить, причём с оцениваемым приближением, решаемую систему укороченных уравнений. Оставалось только применить полученные знания.

Удивительно, но в аспирантуре мне оченьгодились знания и умения, которые я получил, работая до института ремонтником электроизмерительных приборов. Благодаря им и знаниям в радиотехнике удалось избавиться от больших нестабильностей вторичной электронной аппаратуры, которые не давали возможности получать надёжные результаты измерений при работе с создаваемым эталоном высокого давления.

Ещё до аспирантуры я познакомился с теорией решения изобретательских задач Г.С. Альтшуллера. Она тоже позволила расширить диапазон мышления, и во время создания ГЭТ 43-73, когда столкнулись с непреодолимым препятствием, мне удалось разработать способ его преодоления, который был успешно реализован.

В то же время всё же удалось поработать в области вискозиметрии высокого давления: я создал вторичную аппаратуру, позволившую существенно уменьшить неопределённость результатов измерения вискозиметром с катящимся шариком.

Ещё один эпизод был во время создания ГЭТ 43-73. У меня возник вопрос по исчислению погрешностей эталона, с которым я обратился к начальнику метрологического отдела П.Н. Агалецкому. Вместо того, чтобы дать мне

прямой ответ, он в течение получаса рассказывал о том, как во время Первой мировой войны из-за изношенности русских калибров, использовавшихся при изготовлении пушечных стволов и снарядов, нечаянно получилась большая польза: наши снаряды немцы не могли использовать — они не лезли в их стволы, а мы их снаряды использовали, только для этого необходимо было вводить коррекцию в расчёты при стрельбе. Я терпеливо слушал, не перебивая. И неожиданно через полчаса понял, как нужно считать наши погрешности! Поблагодарил и ушёл к себе.

Не знаю, в этом ли эпизоде я получил возможность использовать чужие мыслительные способности, но в дальнейшей жизни она проявлялась часто, и это было очень приятно — осознавать себя частью мыслящего коллектива, учиться у моих сотрудников, у собеседников. Благодаря учителям мне удалось за прошедшие десятилетия освоить правила проектирования как в части конструирования, так и в части технологии изготовления. После утверждения ГЭТ 43-73 непрерывно выполнялась творческая работа, сначала по его совершенствованию, потом по созданию нового эталона. Эта работа выполнялась во всех направлениях: теории, конструировании, по расчётам, в технологическом и методическом обеспечении, при метрологических исследованиях, рациональном применении. Большой и важный этап работы был выполнен моим аспирантом, выпускником физического факультета МГУ к.т.н. А.Э. Асланяном, учёным хранителем ряда государственных первичных эталонов твёрдости, по проверке применимости решения задачи Ляме теории упругости для описания деформации поршневой пары эталона. Был создан и утверждён новый усовершенствованный ГЭТ 43-2013. За это время межремонтный ресурс эталона увеличен с 30 до 1000 часов, масса основных гидравлических узлов уменьшена с 50–70 кг до 5–16 кг, трудоёмкость их изготовления уменьшена в десятки раз, трудоёмкость сличений поршневых пар — мер эффективной площади — с одного месяца до двух часов, трудоёмкость их расчётов уменьшена в сотни раз, неисключённая систематическая погрешность уменьшена на порядок.

Возникает вопрос: если бы выполнение работ поручили другим специалистам, успехи были бы более быстрыми и ещё более значительными? Общаясь с зарубежными коллегами, я многократно задавал себе этот вопрос. Почему они так отстают от нас, хотя их возможности гораздо больше: они могут привлечь любых специалистов, любые технологии? Возможно, именно потому, что часто очень хорошие, но узкие специалисты не имеют нужды в расширении своего кругозора? Я не увидел среди своих зарубежных коллег специалиста-метролога, обладающего основами всей совокупности знаний, применяемых для расчётов, создания и исследований грузопоршневых эталонов высокого давления. Специалисты могут хорошо решать отдельные поставленные им задачи, но для того, чтобы их (эти задачи) поставить правильно, необходимо, чтобы был руководитель направления, знакомый с ос-

новами всех этих знаний. Есть аналогия с человеческой рукой: каждый палец может не так много, но их объединение в кисть — это не простое суммирование, это — образование новой функции.

Ещё одно пригодилось в последнее время, когда меня подключили к метрологии переменных давлений. При исследовании датчиков меняющегося давления обычно применяют математический аппарат Фурье. Но при высоких давлениях это очень проблематично. Оказалось, что для такого случая более выгодно применить преобразование Дюамеля, знакомое мне по курсу обучения радиотехнике. Выполненные оценки показали, что применение этого метода для датчиков высокого давления позволяет уменьшить неопределённость результатов измерений динамического давления в сотни раз, причём с небольшими затратами. Это направление в настоящее время интенсивно развивается в лаборатории — хранителе ГЭТ 43-2013.

Мне кажется, я делал эталоны, а они делали меня: росли вместе, подпитывая друг друга. Со мной вместе работают и работали многие сотрудники, которые учили и усиливали меня (не все, желая этого, некоторые — невольно, а то и против их желания). Я их помню, им благодарен. Удивительно, но даже недостатки финансирования, материального и технологического обеспечения формировали особую изобретательность — способность по максимуму использовать имеющиеся возможности, не останавливаясь, когда чего-то не хватает. Хотя времени и сил на это уходит много.