

НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ НАУКИ

# Высокоскоростной удар российских учёных

С 11 по 15 апреля в Германии, во Фрайбурге, состоялся XI Международный симпозиум по высокоскоростному удару. Об этом научном форуме рассказывает заведующий лабораторией физики высоких плотностей энергии Института гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН, д.т.н., член-корр. Российской академии ракетных и артиллерийских наук Геннадий Анатольевич Швецов, получивший вместе со своими соавторами диплом и премию за лучшую статью, представленную на симпозиуме.



**Г.А. Швецов:** Тематика прошедшего симпозиума очень важная, интересная и, я бы сказал, традиционная для Сибирского отделения. В Сибирском отделении с нею связаны такие яркие имена как академик М.А. Лаврентьев, основатель Сибирского отделения, академики В.М.Титов, Н.Н.Яненко, В.М.Фомин и др.

Исследование удара — это классическая задача механики. В данном случае речь идёт о высокоскоростном ударе при соударении со скоростью в несколько километров — десятков километров в секунду. Иногда о подобном рода соударениях говорят как о соударении в нижнеметеоритном-метеоритном диапазоне скоростей. Этот круг задач появился в Институте гидродинамики по инициативе академика С.П. Королёва. Перед полётом Юрия Гагарина он обратился к М.А. Лаврентьеву с просьбой смоделировать в лабораторных условиях последствия, которые можно ожидать, если вдруг маленькая частица-метеорит столкнётся с космическим кораблём. В этом направлении начал работать в то время кандидат физико-математических наук, а сейчас академик В.М.Титов. Я начал работать и вырос в этой лаборатории, придя на практику студентом в середине шестидесятых годов.

В рассматриваемом направлении можно выделить ряд крупных задач. Из числа важнейших стоит назвать разработку различного типа ускорителей твёрдых частиц (назовём эти частицы искусственными метеоритами), а также защиту от этих частиц — прежде всего космических объектов, иными словами, моделирование в лабораторных условиях ситуации, когда такая частица, естественная или искусственная, сталкивается с космическим кораблём или с космонавтом, когда он работает в открытом космосе.

Сегодня космическое пространство так загрязнено (даже появился термин *space debris*, космический мусор), что это уже представляет реальную угрозу космическим полётам, и с этим «мусором» необходимо считаться. Такие задачи имеют двойное применение. Это могут быть и системы противоракетной обороны, когда навстречу летящей ракете выбрасывается облако частиц, которые могут вывести эту ракету из строя.

На симпозиуме было представлено много интересных докладов по исследованию высокоскоростного удара. Один пример. Представим, что человек высадился на Луну. Чего надо опасаться? Оказывается, не просто метеоритного удара, но и вторичных осколков. Если метеорит упадёт на лунную поверхность, что вполне вероятно, то образующееся поле осколков может повредить корабль, травмировать космонавтов и т.п.

Есть и такая фундаментальная проблема как изучение поведения веществ в экстремальных условиях. В программе симпозиума традиционно представлены также вопросы, связанные с кумулятивными зарядами. Имеется в виду механика проникания кумулятивных струй в различные преграды, моделирование и изучение кумулятивных зарядов. Кумулятивные заряды активно используются в различных научных исследованиях, в космосе, в горном деле, в оборонной технике. Здесь уместно напомнить, что гидродинамическая теория кумуляции была раз-

работана М.А. Лаврентьевым. Наша работа связана с электромагнитными воздействиями на работу кумулятивных зарядов. Начало этому научному направлению было положено пятьдесят с лишним лет назад М.А. Лаврентьевым. Первые исследования по этой тематике были сделаны под его руководством студентом Московского физико-технического института, а впоследствии доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией в Институте гидродинамики Юрием Алексеевичем Тришиным, к сожалению, рано ушедшим от нас. В его дипломной работе было показано: если пропустить электрический ток по кумулятивной струе, то её можно разрушить. Однако в те давние времена (в 1957 году) и техника, и возможности эксперимента не позволили перейти к обобщениям, к дальнейшему развитию исследований, и Юрий Алексеевич от этой темы отошёл. Тогда говорить о практическом применении этого явления было рано, хотя принципиальная возможность была заявлена.

В настоящее время Институт гидродинамики и, в частности, лаборатория, которой я руковожу, работаем над этой проблемой. В чём её суть? Если рассмотреть работу кумулятивного заряда, можно выделить три стадии его функционирования. Первая — образование кумулятивной струи. Вторая — кумулятивная струя движется в свободном полёте. Третья — кумулятивная струя проникает в преграду. Работа Ю.А.Тришина, наша работа и исследования во всём мире в основном относятся ко второй стадии (электромагнитное воздействие на кумулятивную струю в свободном полёте). В этой задаче возникают интересные физические явления, связанные с развитием магнитогидродинамической неустойчивости струи при пропускании электрического тока и объёмным взрывом кумулятивных струй. «Средний участок» изучен достаточно полно — в этом направлении работают несколько коллективов в России, США, Англии, Германии, Польше, Китае, Израиле, Швеции и ещё в ряде стран. Чем вызван такой интерес? Помимо чисто научных вопросов, исследования открывают перспективы для важных практических приложений. Мы знаем, что на основе кумулятивных зарядов созданы ручные противотанковые гранаты, которыми активно пользуются террористы. И, если изучаемый метод окажется перспективным, мы тем самым обогатим инженеров-конструкторов новыми возможностями защиты особо важных объектов от террористических актов. В этом направлении ведутся активные исследования — как фундаментальные, так и прикладные.

Наш доклад на симпозиуме был посвящён первой и третьей стадиям функционирования кумулятивного заряда — образованию и внедрению кумулятивных струй в преграду в присутствии внешнего магнитного поля. Это новое направление. Вообще, интересных работ на симпозиуме было много. Отмечу только выдающиеся результаты американских исследователей по электромагнитному ускорению твёрдых частиц до высоких скоростей, с которыми выступил доктор Рэй Лемке из лаборатории Сандиа. Американским исследователям удалось ускорить алюминиевую пластинку размером 25 мм на 13 мм и толщиной 1 мм (в момент удара 0,2 мм) до скорости 43 км/с. Медную пластинку тех же размеров удалось ускорить до 22 км/с. Фантастические результаты, очень важные для исследования уравнения состояний различных материалов в экстремальных условиях. Также были представлены исследования высокоскоростного удара по различным элементам конструкций космического корабля, по моделям, имитирующим лунную поверхность и т.п. Всего было девятнадцать стран-участниц, 160 докладов. Следующий Международный симпозиум по высокоскоростному удару состоится в США через два года.

**— Как определялась «лучшая научная статья»?**

— Организаторы симпозиума предложили новый, на мой взгляд, интересный и в чём-то поучительный подход к определению лучшей статьи. Обычно на многих конференциях лучший доклад определяется через анкетирование участников конференции, а ре-

зультаты объявляются на церемонии закрытия. В традициях данного симпозиума всю организационную работу по определению лучшей статьи ведёт оргкомитет. Каждая статья ещё до начала симпозиума направляется на три рецензии, затем на оргкомитете статьи и рецензии обсуждаются и проводится первый тур отбора. На данном симпозиуме на этом этапе из 160 статей было отобрано 10. Затем на совместном заседании Оргкомитета и Комитета по награждению определяется лучшая статья. Результаты конкурса объявляются председателем Комитета по награждению при открытии симпозиума на первом пленарном заседании, победителей награждают дипломами и денежными премиями, так что победители представляют свою статью под пристальным вниманием участников симпозиума. Вот таким образом и была выбрана и названа лучшей наша статья по влиянию внешних магнитных полей на работу кумулятивных зарядов. Авторы статьи: Г.А. Швецов и А.Д.Матросов из Института гидродинамики им. М.А.Лаврентьева СО РАН, С.В.Ладов, С.В.Федоров и А.В.Бабкин из МГТУ им. Н.Э.Баумана (г. Москва). Критерии отбора лучшей статьи сформулированы Оргкомитетом и опубликованы в извещении о симпозиуме: «Оригинальность идеи, трудность проведения исследований, значимость полученных результатов исследований и отлично написанная статья».

**— Какие перспективы у направления, которым вы занимаетесь?**

— Прежде всего, это продолжение фундаментальных исследований. Несмотря на то, что кумулятивная струя как явление известна уже более ста лет, до сих пор остаются открытыми вопросы о её температуре и структуре, о том, в каком она пребывает состоянии. Ведь эксперименты такого рода проводить непросто: это взрыв, высокие скорости, сильные магнитные поля. Воздействие электромагнитных полей на кумулятивную струю — это некоторый инструмент, который, будем надеяться, позволит лучше понять её структуру и особенности. А возможную сферу практического применения я уже обозначил — рекомендации инженерам, которые ищут способы защиты объектов от террористов.

**— Что-то внедряется на основе данных исследований?**

— В Англии на основе этих принципов уже сделали электродинамическую защиту танка, и он был продемонстрирован на международной конференции. А отечественные внедрения ещё ждут своей очереди. Сейчас много говорится о цитируемости, об импакт-факторе, о ПРНД, о неустойчивости нашей науки и её отставании... К сожалению, в этих разговорах многое справедливо. Однако, если и в таких трудных условиях российские учёные всё-таки делают статьи, получают научный материал, который признаётся *the best paper*, т.е. лучшим (в нашем случае — один из 160-ти), значит, жива ещё российская наука, и её надо поддерживать, чтобы таких результатов было как можно больше.

**— Геннадий Анатольевич, вы преподаёте? Ученики у вас есть?**

— Да, я профессор НГУ и НГТУ. Среди соавторов-лауреатов конкурса — мой ученик Александр Демьянович Матросов, старший научный сотрудник. Он вместе со мной получил ранее и диплом Нейла Гриффитса за выдающийся вклад в изучение кумулятивных зарядов. Есть также лаборатория, которая работает по более широкому кругу задач — по электромагнитным методам ускорения твёрдых тел, по получению новых материалов, преобразованию химической энергии взрывчатых веществ в электромагнитную. Мы создали при институте филиал кафедры НГТУ, и студенты специализируются по взрывной тематике. Для них мы организовали взрывной лабораторный практикум — ведь, если ты работаешь со взрывчатыми веществами, надо не бояться держать взрывчатые вещества в руках, чувствовать их. Ребята приходят, наши сотрудники обучают их. То есть им дают не только теоретические знания, но и показывают современные методы исследования взрывчатых веществ и основы взрывных технологий. Мне было очень приятно, когда мне позвонил мой бывший студент и сказал: «Геннадий Анатольевич, мы делали лабораторную работу, а я сейчас работаю на заводе, столкнулся с аналогичной задачей, можно ли здесь применить то, чем мы занимались?» Мы именно к этому стремимся — чтобы наши выпускники применяли полученные знания на практике. Конечно, нам хотелось бы расширить экспериментальную базу, но общиё беды нашей страны, среди которых недофинансирование науки, сказываются и на Институте гидродинамики.

**— Меняется ли как-то лучше ситуация с финансированием? Существуют ли какие-то гранты для вашей тематики?**

— Перспективы финансирования остаются желать лучшего. В Академии наук сделан первый шаг по увеличению зарплат, но что касается других статей финансирования — оборудования, материалов, командировок, стажировок — то они всё ещё ждут решений. Гранты есть, но для нас эта возможность ограничена, поскольку наши исследования занимают промежуточное место между фундаментальными и прикладными и ближе ко вторым. А востребованность прикладных исследований в нашей стране сейчас невелика.

**— Геннадий Анатольевич, примите наши поздравления с высокой наградой. Желаем Вам и Вашим коллегам новых творческих достижений.**

**М. Горынцова, «НВС»**

**На снимках:**  
— зав. лабораторией ИГИЛ СО РАН д.т.н. Геннадий Швецов и с.н.с. к.ф.-м.н. Александр Матросов;  
— идет подготовка эксперимента — во взрывной камере ИГИЛ Сергей Моисеевич, слесарь КИП высшей квалификации, Владимир Прокопьев, научный сотрудник, Иван Стадниченко, ведущий инженер-технолог.  
Фото В. Новикова

