

В. В. Сильвестров, В. М. Титов

КАФЕДРА ФИЗИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД

Заведующий кафедрой: акад РАН, проф. В. М. Титов

Направление подготовки: 510414 – Физика акустических гидродинамических явлений

Базовый институт: Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН

Сервер кафедры: <http://www.phys.nsu.ru/k09/>

История становления

Кафедра физики сплошных сред основана на физическом факультете НГУ в 1965 г. по инициативе акад. М. А. Лаврентьева с целью подготовки квалифицированных специалистов по ряду направлений современной гидро- и газодинамики, физике сплошной среды и механике импульсных, в том числе взрывных, процессов в газообразных и конденсированных средах. Первым заведующим кафедрой (до 1990 г. – кафедра физики быстропротекающих процессов) был проф. Б. В. Войцеховский (впоследствии акад. РАН). С 1971 г. по настоящее время кафедрой заведует акад. В. М. Титов. Кратковременно в 1990–1992 гг. кафедрой заведовал проф. В. Ф. Нестеренко. В этот период кафедра называлась кафедрой физики взрыва, позднее она получила сегодняшнее наименование. Базовыми для кафедры являются лаборатории трех отделов Института гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН: взрывных процессов, физической гидродинамики и быстропротекающих процессов.

Кафедра готовит специалистов экспериментального и теоретико-расчетного профиля в области физики и механики высокоэнергетических процессов в сплошной среде (твердые тела, жидкости и газы) и в гетерогенных дисперсных средах. В сферу интересов специалистов кафедры и ее выпускников попадают динамично развивающиеся научные направления: физика ударных волн и детонационных волн, физика фазовых переходов при динамическом воздействии, разнообразные кумулятивные процессы, в том числе магнитная кумуляция и реализация экстремальных величин тока и напряженности магнитного поля.

На кафедре работают 8 профессоров и 6 доцентов. За время существования кафедры на ней защитили дипломные работы более 250 студентов, из них около 80 защитили кандидатские, 12 – докторские диссертации по физике. Сотрудники кафедры и ее выпускники получили Ленинскую премию и

Государственную премию СССР, 3 премии Совета Министров СССР, Государственную премию России, 8 премий им. Ленинского комсомола.

Выпускники кафедры могут заниматься научными и прикладными исследованиями в следующих областях: физика и механика импульсных процессов при экстремально высоких давлениях и температурах, газовая динамика, кумулятивные процессы, численное моделирование ударно-волновых и детонационных течений в сплошных средах, подводный взрыв и кавитационные явления, сварка и обработка материалов взрывом, ударно-волновой синтез новых материалов и динамическое компактирование порошковых материалов, преобразование химической энергии взрыва в электромагнитную, ударные и детонационные волны в двух- и многофазных средах, разработка методов диагностики быстропротекающих процессов. Учитывая смещение акцентов в сторону изучения фундаментальных процессов физики сплошной среды, выпускники кафедры могут работать не только в традиционных для указанных направлений организациях, но и в исследовательских институтах и вузах, разрабатывающих широкий спектр проблем физики и механики сплошных сред.

Вехи развития

В начальный период основной задачей кафедры было обеспечение институтов СО РАН необходимыми специалистами. Эта задача была успешно решена. Сегодня выпускники кафедры составляют ядро исследователей трех отделов Института гидродинамики, работают в Институте теоретической и прикладной механики, Институте горного дела, Институте теплофизики, Институте прикладной физики, КТИ гидроимпульсной техники, Красноярском государственном университете, Федеральном ядерном центре в г. Снежинск, в НИИ городов Бийск, Томск, Нефтеюганск, Новосибирск и др.

Выпускники кафедры во многом определили плодотворное развитие в СО РАН ряда приоритетных научных и научно-технических направлений:

– исследование в лабораторных условиях явления высокоскоростного удара при скоростях взаимодействия до 10–14 км/с и получение первых отечественных рекомендаций по метеоритной безопасности и защите космической техники;

– изучение процесса высокоскоростной деформации материалов и создание на этой базе научно-технического направления динамической обработки материалов, включающего: сварку взрывом, упрочнение взрывом, динамическое компактирование материалов и пр.;

– теория детонации газовых и гетерогенных систем;

– технологические применения результатов этого направления: безопасность производств по газу и пыли, детонационная очистка трубных фильтров при производстве цемента, детонационное напыление прочных и тугоплавких материалов на элементы конструкций, детонационный отжиг заусенцев при металлообработке и т. д.;

– синтез ультрадисперсного алмаза при взрыве конденсированных ВВ, создание первого в мире промышленного производства по синтезу алмаза из ВВ;

– исследование физики процесса детонации порошковых ВВ и создание на этой основе нового типа безопасных нетоксичных электродетонаторов типа ЭДВ (выпускаются серийно) и ЭДН (проведены первичные промышленные испытания, выпущена партия 0,5 млн. шт., предназначены для геологоразведочных работ) и систем неэлектрического взрывания СИНВ, используемых в горной промышленности страны, серийное производство которых развернуто в г. Новосибирске; внедрение технологии гидро-взрывной многоимпульсной штамповки деталей самолетов из нержавеющей стали и титановых сплавов на ГАЗ им. С. Орджоникидзе (г. Горький), и ФУП «Чкаловский завод» (г. Новосибирск); обнаружение факта высокой пробойной прочности продуктов взрыва и гашения дуги, что позволило начать широкое использование взрывных размыкателей тока в научно-технических целях;

– разработка и изготовление опытной партии новой серии импульсных рентгеновских аппаратов ПИР-600 и ПИР-100 для ис-

следования высокоскоростных процессов, освоенных в серийном производстве на НПО «Спектр» (Министерство приборостроения СССР) и запатентованных в ряде стран;

– разработка нового поколения гиперзвуковых аэродинамических труб ударного действия;

– решение проблемы разрушения кумулятивной струи при помощи мощного импульса тока и разработка электромагнитных методов ускорения твердых тел;

– разработка метода преобразования энергии взрыва в электромагнитную: сверхсильные импульсные магнитные поля и токи;

– разработка метода тушения газовых и нефтяных пожаров взрыво-порошковым способом;

– участие в ряде приоритетных оборонных программ: разработка перспективных кумулятивных систем, исследование особенностей разрушения ледовых покрытий при динамическом нагружении с целью использования оборонных комплексов в условиях Арктики, разработка элементов пневмотранспорта для перемещения специзделий.

Как следует из далеко не полного списка, тематика научной работы кафедры всегда была связана с современными как научными, так и техническими задачами. О высоком уровне подготовки специалистов на кафедре свидетельствует также то, что наши выпускники востребованы как руководители не только в России: проф. А. В. Васильев – зам. директора Института гидродинамики СО РАН; проф. В. И. Кирко – директор НИИФТИ при Красноярском государственном университете (Красноярск); д-р техн. наук В. В. Андреев – зам. главного технолога завода «Искра» (Новосибирск), но и за рубежом: д-р физ.-мат. наук В. А. Владимиров – директор Института прикладной математики Университета г. Халл (Великобритания); д-р физ.-мат. наук В. Ф. Нестеренко – проф. Калифорнийского университета (г. Сан-Диего, США); канд. физ.-мат. наук А. Д. Реснянский – руководитель лаборатории Отдела систем вооружений (г. Эдинбург, Австралия).

Наши выпускники являются также членами редколлегии ведущих российских журналов: д-р техн. наук Г. А. Швецов – журнал «Прикладная математика и техническая физика», канд. физ.-мат. наук С. М. Караханов – журнал «Физика горения и взрыва», переводимых за рубежом и зани-

мающих неплохое место в рейтинге отечественных научных изданий.

Выпускники кафедры ведут активную преподавательскую деятельность в вузах Новосибирска: Новосибирском государственном университете, Новосибирском государственном техническом университете, Высшем колледже информатики, Физико-математическом колледже при НГУ, Югорском и Красноярском университетах и в ряде других вузов страны.

Технология подготовки специалистов

На кафедре преподавали и преподают не профессиональные преподаватели, а активно работающие в науке ученые различных возрастов. Поэтому программы спецкурсов и тематика дипломных работ выпускников кафедры всегда соответствовали актуальным проблемам, связанным с планами научно-исследовательских работ базового Института и прикладными разработками, постановка которых определялась запросами промышленности страны. Студенты кафедры выполняют дипломные работы непосредственно в научно-исследовательских подразделениях Института, используют те же приборы, оборудование и методики исследований, что и научные сотрудники Института, работают в особой, научно-технической среде, способствующей развитию у них творческих способностей, самостоятельности, умению принимать решения, активно отстаивать и защищать результаты своих исследований.

С учетом перехода физического факультета НГУ на систему «бакалавр – магистр» все спецкурсы на кафедре физики сплошных сред разбиты на две группы. На первой ступени специального обучения при подготовке бакалавров студенты третьего и четвертого курсов слушают базовые спецкурсы, без которых немислима подготовка специалистов высокого уровня в области физики и механики быстропротекающих процессов.

На третьем курсе это прежде всего: введение в механику импульсных процессов; газовая динамика; теория детонации; экспериментальные методы исследований; физика ударных волн в конденсированных средах. Спецкурсы дают представление об языке этого научного направления, о тех основных понятиях, физических моделях и явлениях, методах исследования, с которыми приходится сталкиваться будущим выпускникам при подготовке дипломных работ.

В первом семестре четвертого курса студенты знакомятся с более специальными вопросами на спецкурсах: гидродинамические аспекты физики взрыва; физические эффекты при ударном сжатии; избранные главы взрывной магнитной гидродинамики. Последний семестр четвертого курса полностью освобожден от спецкурсов для того, чтобы студенты имели возможность выполнить дипломную работу.

Преддипломную практику студенты кафедры начинают со второй половины третьего курса, когда они выбирают тему дипломной работы, предлагаемую будущим научным руководителем. Это либо преподаватель кафедры, либо любой научный сотрудник (как правило, лица, имеющие ученую степень). После распределения между руководителями студенты начинают более углубленно знакомиться с содержанием предполагаемой работы. На четвертом курсе студенты активно занимаются выполнением дипломной работы. Во втором семестре студенты освобождены от лекционных занятий на кафедре и полностью сосредоточены на подготовке работы.

Подготовка студентов в магистратуре аналогичная. Учебная программа магистратуры дополнена рядом курсов, на которых рассматриваются специальные вопросы физики быстропротекающих процессов. Следует отметить курс «Взрывчатые вещества», который состоит из лекционной части (обязательный семестровый курс) и семинарских занятий (альтернативный). Во второй части спецкурса рассматриваются вопросы, связанные с техникой ведения взрывных работ в исследовательских целях. Эта часть курса предназначена для выпускников, которые остаются работать в сфере науки, связанной с применением взрывчатых материалов. Они сдают специальный экзамен, по результатам которого получают удостоверение единого образца, позволяющее им выполнять эти работы.

Каждая дипломная работа на кафедре – маленькое научное исследование, выполняемое студентом самостоятельно. Для студента обязательно четкое понимание ответов на два вопроса: зачем выполняется эта работа и в чем заключается элемент новизны в работе. Безусловно, столь жесткие требования применимы далеко не к каждому студенту. Но практика подготовки специалистов показывает, что часть наших выпускников вполне способна после университе-

та работать продуктивно и самостоятельно, без подсказок старших товарищей, и не только в сфере науки, но и в других областях человеческой деятельности.

Студенты кафедры принимают активное участие в работе научных семинаров отделов и лабораторий в базовом Институте, выступают на студенческих и «взрослых» научных конференциях и являются авторами и соавторами научных публикаций.

Научные направления

Сегодня в период конверсии и изменения структуры отечественной науки и промышленности кафедра ищет новые научно-технические направления, в которых будут специализироваться ее выпускники.



Рис. 1. Спек сверхтвёрдого кубического нитрида кремния, полученного взрывным синтезом

Разрабатываются новые подходы к исследованию динамических процессов, основанные на применении уникальных исследовательских стендов СО РАН. Это развитие бесконтактных методик исследования взрывных процессов: применение синхротронного излучения и микроволн в миллиметровом диапазоне, лазерной диагностики газовых потоков. Как и прежде, актуален широкий спектр задач, связанный с горной промышленностью: разрушение материалов при динамических нагрузках, исследование, разработка и испытания перспективных взрывчатых веществ. Возрождается интерес к исследованию задач высокоскоростного удара.

По-прежнему актуальной остается тематика динамического воздействия на материалы, как в методическом, так и прикладном



Рис. 2. Оксидные покрытия из тугоплавкого сплава на сетке, полученные детонационным напылением

плане. Здесь компактирование порошков и упрочнение металлов взрывом, сварка взрывом и создание новых, например, сверхтвёрдых материалов при помощи энергии взрыва (рис. 1). Весьма перспективным является использование техники детонационного нанесения защитных покрытий для решения множества прикладных задач (рис. 2).

Значительное внимание уделяется вопросам преобразования энергии взрыва в электромагнитную энергию. Здесь и получение сверхсильных магнитных полей до 10 мегагаусс, и ускорение твёрдых тел до космических скоростей, и разрушение кумулятивных струй мощными импульсами тока.

Преподавателями кафедры ведутся активные работы по аналитическому исследованию магнитогидродинамических течений, по численному моделированию разнообразных динамических и взрывных процессов в конденсированных средах и газах, моделированию развития электрических разрядов и вулканических извержений.

Значительное место в исследованиях занимают вопросы, связанные с созданием так называемых детонационных двигателей, использующих энергию детонации, а не горения, взрывчатых газов (рис. 3). Интересуют также классические вопросы перехода горения в детонацию и инициирования детонации горючих газовых и газо-капельных смесей, что связано с необходимостью повышения безопасности при транспортировке больших объемов сжиженных газов, нефти и прочих продуктов.

Первостепенное значение в ближайшие годы будет играть необходимость обновления

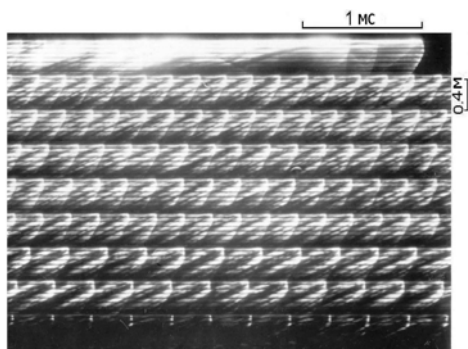


Рис. 3. Вращающаяся детонация: фоторегистрограмма поперечных детонационных волн в водородно-воздушной смеси

состава лабораторий институтов СО РАН ввиду приближения к пенсионному возрасту

первого и второго поколений работников СО РАН. Интерес к выпускникам кафедры и Новосибирского университета в целом проявляют и российские федеральные ядерные центры, что связано с резким уменьшением числа молодых специалистов из центральных вузов страны, желающих работать в системе Минатома.

Перед будущими выпускниками кафедры лежат трудные дороги исследований в новой, во многом неизведанной, удивительной и неожиданной области науки и техники, где уровень энергетического воздействия на среду, временной масштаб протекающих процессов, их сложность бросают вызов интуиции и интеллекту молодого ученого.