



## **АЛЕКСЕЙ АЛЕКСЕЕВИЧ БАРМИН**

**(к 70-летию со дня рождения)**

29 декабря 2004 г. исполняется 70 лет известному ученому-механику, доктору физико-математических наук, профессору, действительному члену Российской академии естественных наук, члену редколлегии нашего журнала Алексею Алексеевичу Бармину.

А.А. Бармин родился в Магнитогорске 29 декабря 1934 г. Окончив школу в 1953 г., он поступил на механико-математический факультет Московского университета. Здесь, будучи студентом и затем аспирантом, А.А. Бармин начал свою научную деятельность под руководством выдающегося советского ученого-механика академика Л.И. Седова.

Имя А.А. Бармина стало широко известно ученым-механикам в начале 60-х годов XX в., когда были опубликованы его первые работы, посвященные магнитогидродинамическим ударным волнам. Эти работы составили предмет кандидатской диссертации А.А. Бармина и были высоко оценены Академией наук. В 1961 г. за них ему была присуждена премия им. С.А. Чаплыгина. До сих пор А.А. Бармин остается самым молодым ученым, удостоившимся этой премии.

Конец 50-х – начало 60-х годов XX в. было временем интенсивного развития в нашей стране и мировой науке нового направления в механике – магнитной гидродинамики (МГД). Система уравнений магнитной гидродинамики с математической точки зрения существенно более сложная, чем уравнения классической гидродинамики. Поэтому даже решение простейших задач в этой области связано с большими трудностями часто принципиального характера. В частности, в теории МГД-разрывов к этому времени были получены общие соотношения на разрывах, но исследование их свойств и

решения конкретных задач ограничивалось только простейшими случаями, когда соответствующие системы уравнений сводились к гидродинамическим (разрывы параллельные магнитному полю). Решение задач в общем случае произвольной ориентации магнитного поля сдерживалось тем, что условия на МГД-разрывах представлялись в виде сложной системы алгебраических отношений не разрешенных относительно параметров за разрывом. Развитие магнитной гидродинамики требовало разрешения и исследования условий на МГД-разрывах. И эта задача была блестяще решена в первых работах А.А. Бармина.

А.А. Бармину удалось упростить соотношения на МГД-разрывах с помощью оригинального и очень удачного выбора переменной на ударных адиабатах МГД ударных и детонационных волн, что позволило в явном виде выразить все параметры за разрывом как функции этой новой переменной. Опираясь на эти результаты, А.А. Бармин был решен и представлены в очень красивой и оригинальной форме классические автомодельные задачи о проводящем поршне, а также о распаде произвольного разрыва в магнитной гидродинамике с произвольной ориентацией магнитного поля при наличии фронтов детонации.

Этот первый цикл работ во многом определил дальнейший путь А.А. Бармина в науке. За редким исключением, все его исследования посвящены изучению разрывов и течений, содержащих разрывы, для сложных моделей сплошной среды. И сегодня А.А. Бармин – признанный лидер в этой области науки, в которую он внес огромный творческий вклад. Этот вклад оценен, в частности, присуждением А.А. Бармину в 2004 г. Государственной премии Российской Федерации.

В этих же первых работах уже определился “научный стиль” А.А. Бармина и его пристрастия в науке. Он не стремится быть первооткрывателем, исследующим эффекты, лежащие на поверхности. Его интерес в преодолении трудностей, связанных с решением сложных и принципиальных задач, с целью исследования фундаментальных свойств решений и анализа глубинных эффектов, позволяющих не только решить поставленную задачу, но и определить области приложения полученных результатов.

Следующий цикл работ А.А. Бармина посвящен исследованию фронтов ионизации и рекомбинации в магнитном поле. Своеобразие этой задачи, отличающее ее от классической теории разрывов решений гиперболических систем уравнений, состоит в том, что по разные стороны от разрыва течение описывается различными системами гиперболических уравнений. С той стороны от разрыва, где газ ионизован, течение описывается уравнениями идеальной магнитной гидродинамики, а с другой стороны от разрыва, где газ не ионизован – независимыми системами уравнений газовой динамики и уравнений Максвелла. Было известно, что в частном случае фронтов ионизации, параллельных магнитному полю, для получения единственного решения задач о течениях, содержащих такие разрывы, не достаточно обычных граничных условий, следующих из законов сохранения на разрыве. В этом частном случае было показано, что дополнительные граничные условия можно получать из условия существования решения задачи о структуре разрыва. Однако вопрос о свойствах фронтов ионизации и содержащих их решений при произвольной ориентации магнитного поля оставался открытым. В решение этой проблемы исчерпывающий вклад внесли работы А.А. Бармина и А.Г. Куликовского.

В этих работах были исследованы структуры фронтов ионизации в предположении, что температура газа не слишком высока и главный диссипативный механизм – магнитная вязкость. Оказалось, что фронты ионизации разделяются на несколько различных типов с различным числом необходимых дополнительных граничных условий, следующих из требования существования структуры этих разрывов. Во всех случаях число этих условий оказалось таким, что вместе с соотношениями, вытекающими из законов сохранения и уравнений Максвелла, они обеспечивали эволюционность

разрыва. Дополнительные соотношения были найдены в явном виде или исследованы качественно.

Используя полученные результаты, была решена задача о поршне. Несмотря на то, что эта задача очень сложна, ее полное исследование представляет очень красивую самосогласованную картину, в которой области с решениями различных типов прижимают одна к другой, причем имеется область параметров, где решение трехзначно.

Были проведены также интересные исследования ряда других вопросов, связанных с фронтами ионизации, в том числе исследование устойчивости фронтов, исследования структуры при других предположениях, в том числе с учетом излучения и т.д.

Общая теория фронтов ионизации была использована А.А. Барминым при расчете технических устройств, обеспечивающих создание мощного электромагнитного излучения при ударном сжатии монокристалла в магнитном поле (за эти работы Российская академия естественных наук присудила А.А. Бармину в 1996 г. медаль им. П.Л. Капицы).

Неожиданный и очень красивый результат получен при решении задачи о поршне в условиях, когда возможно возникновение фронтов рекомбинации. Было показано, что существуют области параметров, где решение не единственно, но, что достаточно необычно, существуют также области параметров, где автомодельное решение отсутствует.

Как показали численные исследования, в случаях, когда автомодельное решение отсутствует, на границе полупространства (на поршне) возникают периодические колебания параметров, которые уходят от поршня в виде волн с чередованием проводящих и непроводящих слоев.

Интересно, что аналогичный эффект образования “слоистого течения” был теоретически обнаружен и исследован А.А. Барминым совместно с А.Г. Куликовским в задаче о стационарном истечении сверхзвукового потока электропроводного газа из расширяющегося сопла в магнитном поле (за эту работу они были удостоены в 1997 г. Российской академией естественных наук второй медали им. П.Л. Капицы).

Исследование плоских стационарных автомодельных решений уравнений идеальной магнитной гидродинамики в общем случае представляет собой сложную и громоздкую задачу благодаря большому числу параметров, характеризующих задачу, и широкому набору различных типов возможных разрывов и автомодельных течений разрежения. Только блестящее владение аппаратом разрешения условий на разрывах и удачные подходы к перечислению и представлению возможных типов решений позволили А.А. Бармину справиться с данной проблемой. Полученные в этих исследованиях конкретные результаты, связанные с описанием течений, возникающих при пересечении различных типов разрывов, позволили рассмотреть ряд ситуаций, имеющих место при взаимодействии солнечного ветра с магнитным полем Земли и дать механическое объяснение ряду наблюдаемых эффектов, считавшихся парадоксальными.

Среди работ А.А. Бармина, не связанных с магнитной гидродинамикой, очень интересны исследования, относящиеся к теории фильтрации. Здесь были рассчитаны одномерные течения жидкости и пара при наличии теплопроводности. Было показано, что наряду с областями, где течет только жидкость или только пар, при определенных условиях образуется область, в которой происходит их совместное непрерывное термодинамически равновесное течение. На одной из границ этой области в общем случае образуется скачок, на котором происходит испарение или конденсация конечной доли расхода. В другой группе работ рассмотрено осаждение примесей на скелет из фильтрующей среды. Это, с одной стороны, приводит к уменьшению пористости и увеличивает сопротивление среды, а с другой – может приводить к уменьшению вязкости среды (так происходит, например, при осаждении вязкой компоненты из эмульсии) и облегчению фильтрации. При течениях с осаждением обнаружены и исследованы разрывы параметров потока и другие особенности этих течений.

В последние годы научные интересы А.А. Бармина лежат в области механики вулканических извержений. Эти работы А.А. Бармина и его учеников – практически первая в мировой науке попытка описать процесс вулканического извержения на основе замкнутой механической модели, учитывающей основные физические явления, сопровождающие извержение. Ключевая идея в этих исследованиях – введение в модель фронта разрушения, в котором магма, насыщенная пузырьками газа, в результате разрушения пузырьков превращается в газовый поток с летящими в нем частицами магмы. Зарождаясь вверху при начале извержения, этот фронт перемещается вниз по каналу вулкана, и, поскольку плотность газового потока меньше плотности магмы, это увеличивает градиент давления в оставшейся части столба магмы и приводит к катастрофическому усилению извержения. После падения давления в очаге и его последующего восстановления процесс может повториться. Были рассмотрены различные сложные физические эффекты, влияющие на явление, в том числе процесс выделения газа в пузырьки, зависимость вязкости магмы от температуры и образующихся в ней кристаллов, влияние теплопроводности окружающей породы, разогрев магмы за счет вязкой диссипации, возможное расширение канала в процессе извержения, влияние притока воды к каналу из окружающей среды и т.д.

В результате этих исследований описаны различные сценарии извержений, которые могут реализовываться при тех или иных условиях в очаге вулкана. Эти сценарии хорошо соответствуют реально наблюдаемым картинам извержений вулканов. Практическая ценность полученных результатов состоит в том, что использование модельных расчетов может дать возможность прогнозирования характера извержений, в том числе их перехода в катастрофическую фазу. Вместе с тем работами А.А. Бармина был внесен существенный вклад в теорию течений гетерогенных сред. Эти исследования получили широкую известность и признание мировой научной общественности и сегодня проводятся уже в рамках международной кооперации исследований вулканов.

Профессор А.А. Бармин – блестящий педагог. В течение многих лет он работает на кафедре гидромеханики Московского университета. О его педагогическом таланте и популярности среди студентов свидетельствует тот факт, что он всегда окружен учениками. Десять его учеников защитили кандидатские диссертации, а четверо из них стали докторами наук. Молодежь привлекает к А.А. Бармину не только его научная эрудиция, но и в большой степени его человеческие и моральные качества, твердая жизненная позиция, отзывчивость и доброта. А.А. Бармин щедро делится своим опытом и знаниями, активно помогает утвердиться в науке ученикам, многие из которых стали его сотрудниками, соавторами и друзьями.

Можно сказать, что А.А. Барминым создана научная школа, основу которой представляют его ученики и соавторы, внесшие значительный вклад в научные результаты, описанные выше. Это, прежде всего Е.А. Пушкарь, О.Э. Мельник, В.С. Успенский, Г.Г. Цыпкин, О.Л. Филиппова и многие другие.

В 1999 г. А.А. Бармину присуждена медаль Петра I “за заслуги в деле развития экономики и науки России”.

Алексей Алексеевич – активный человек, и научно-педагогическая деятельность представляет только часть его широкой натуры. Он страстный турист, рыбак и охотник, любящий русскую природу, глубоко знающий нашу страну и быт русских людей в отдаленных ее уголках. А.А. Бармин глубоко интересуется литературой и искусством, участвует во многих общественных начинаниях, способствующих духовному росту нашего народа.

А.А. Бармин не только член редколлегии нашего журнала, но и его главный научный редактор. Научный редактор – это первый читатель работ, присланных в журнал. От его эрудиции, добросовестности, внимательности, умения работать с автором во многом зависит качество публикуемых статей, их доступность и, наконец, литературные достоинства. Нечего греха таить, сегодня журнал часто получает работы не-

доработанные авторами как в смысловом, так и в литературном отношении. В этих условиях роль научного редактора чрезвычайно высока. Он должен убедить автора и помочь ему усовершенствовать свою статью. Эта работа отбирает массу душевных и физических сил, но Алексей Алексеевич выполняет ее с инициативой, используя свою эрудицию, научный авторитет и умение общаться с людьми. Мы благодарны Алексею Алексеевичу за этот тяжелый труд, так необходимый журналу, повышающий его научный уровень и популярность.

Активное участие А.А. Бармина в подготовке заседаний редколлегии и дискуссиях, возникающих при обсуждениях, делает наши заседания научно содержательными и интересными. Блестяще владея обсуждаемым на редколлегии материалом, А.А. Бармин во многом способствует принятию объективных решений по рассматриваемым работам. Мы надеемся на то, что наша совместная деятельность будет и впредь служить успешному развитию российской науки.

В день Вашего юбилея, дорогой Алексей Алексеевич, редколлегия желает Вам новых творческих успехов, крепкого здоровья и многих радостей в жизни.