

Вадим Вениаминович Бражкин

(к 60-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60.+q

24 октября 2021 г. исполняется 60 лет выдающемуся российскому физику, академику Российской академии наук (РАН), члену Бюро Отделения физических наук РАН, доктору физико-математических наук Вадиму Вениаминовичу Бражкину.

Вадим Вениаминович Бражкин — специалист мирового уровня в области физики конденсированных сред, статистической физики, физики фазовых переходов, физики и техники высоких давлений. Его отличает неиссякаемый интерес к самым разным областям современной физики, феноменальная работоспособность, позволяющая эффективно работать сразу в нескольких направлениях, глубокая физическая интуиция, которая в сочетании с широкой эрудицией и умением выдвигать нетривиальные идеи даёт возможность получать блестящие новые результаты. В.В. Бражкин — автор более 500 активно цитируемых работ.

Вадим Вениаминович родился 24 октября 1961 года в г. Златоуст Челябинской области и после окончания школы в 1978 году поступил в Московский физико-технический институт (МФТИ), который окончил в 1984 году. В том же году он поступил в аспирантуру МФТИ и после защиты кандидатской диссертации в 1987 году стал сотрудником Института физики высоких давлений (ИФВД) АН СССР. С тех пор вся научная деятельность и жизнь В.В. Бражкина были связаны с Институтом физики высоких давлений, где он прошёл путь от младшего научного сотрудника до директора.

Свою научную работу В.В. Бражкин начал в 1982 году, ещё будучи студентом, в Лаборатории необратимых полиморфных превращений ИФВД под руководством заведующей лабораторией, доктора физико-математических наук Светланы Владимировны Поповой — известного специалиста в области фазовых переходов и физики высоких давлений, в частности, благодаря участию в синтезе и изучении сверхплотной модификации кремнезема (стишовита) совместно с С.М. Стишовым.

Под руководством С.В. Поповой В.В. Бражкин начал исследования фазовых превращений в неупорядоченных конденсированных средах (жидкостях, стёклах, аморфных материалах) при высоком давлении. Первоначально перед ним была поставлена задача исследования метастабильных кристаллических фаз, но в 1983 году С.В. Попова решила начать развивать тему металлических стёкол в ИФВД и предложила В.В. Бражкину попробовать сделать металлические стёкла под давлением. При работе над этой темой его заинтересовало необычное и тогда ещё мало изученное поведение



Вадим Вениаминович Бражкин

стеклообразующих жидкостей под давлением. С тех пор изучение жидкостей и стёкол стало одним из основных направлений научной деятельности Вадима Вениаминовича. В этой области в настоящее время он является одним из мировых лидеров.

В работах В.В. Бражкина впервые было обнаружено и изучено новое явление — структурные превращения в расплавах элементарных веществ и простых соединений (I_2 , Se, S, Te, Bi, $AlCl_3$, AsS, As_2S_3 , B_2O_3 и др.) под давлением. Установлено, что превращения сопровождаются резкими изменениями структуры и свойств жидкости, в ряде веществ реализуются переходы диэлектрик–металл. Под руководством В.В. Бражкина также выполнена серия основополагающих работ по исследованию резких и размытых структурных превращений в стёклах и аморфных твёрдых телах (SiO_2 , GeO_2 , B_2O_3 , P_2O_5 , H_2O) и впервые обнаружена логарифмическая кинетика таких превращений, характерная для



Работа на синхротронном источнике SPring-8 (Япония, 2006 год).



Родные места — горы Южного Урала. Восхождение на Таганай (2018 год).

релаксационных явлений в стёклах. Работы в этом направлении продолжают до сих пор, в том числе с использованием методов компьютерного моделирования. Они стали одним из основных научных направлений института и активно цитируются.

При исследовании явления твердофазной аморфизации кристаллов под давлением В.В. Бражкин впервые получил объёмные фазы аморфных тетраэдрических полупроводников (Si, Ge, A_{III}B_V). При изучении фуллерита C₆₀ при высоком давлении был синтезирован и исследован объёмный аморфный алмазоподобный углерод, а также нанографитовые состояния углерода, обладающие высокими механическими свойствами. Экспериментально установлено, что причиной твердофазной аморфизации является уменьшение модулей сдвига соответствующих кристаллических решёток. Для Si экспериментально доказана общность механизмов локальной потери устойчивости решётки, приводящих к плавлению и аморфизации. Для ряда "нестеклюющихся" молекулярных кристаллов (AsS, P₄Se₃, P₄S₃) путём закалки из расплава при высоких давлениях впервые получены реальные стёкла.

В.В. Бражкиным выполнен большой цикл работ по изучению влияния высокого давления на вязкость жидкостей. Установлено, что вязкость многих жидких оксидов и халькогенидов, испытывающих фазовые превращения, резко падает при сжатии на несколько порядков величины, а вязкость жидких металлов возрастает под давлением. Новые результаты были получены, в значительной мере, за счёт успешного применения широкого спектра новых экспериментальных методов, таких как *in situ* рентгеновская дифракция и рентгеновская радиография с использованием синхротронного излучения.

Блестящим теоретическим продолжением данных исследований стала работа В.В. Бражкина по "квантовой" природе классических величин, которая вошла в 10 лучших работ в мире по физике за 2020 год по версии международных экспертов Physics World. В этой работе было показано, что максимальная скорость звука и минимальные значения кинематической вязкости и температуропроводности конденсированных сред определяются лишь фундаментальными постоянными. Отношение максимальной скорости звука к скорости света определяется лишь постоянной тонкой структуры и отношением масс протона и электрона (или эквивалентно, постоянной Планка, отношением масс протона и электрона и зарядом электрона). Также установлено, что для флюидов всех веществ в сверхкритическом состоянии имеются минимально возможные значения кинематической вязкости и температуропроводности, которые также определяются фундаментальными постоянными: постоянной Планка, массой электрона и массой соответствующей микрочастицы вещества (атома или молекулы).

В.В. Бражкиным было показано, что большинство молекулярных соединений на основе лёгких элементов являются термодинамически метастабильными фазами. При высоких давлениях эти вещества испытывают необратимые превращения в полимеризованные состояния, а при дальнейшем росте давлений — в смесь элементарных веществ и простых соединений (CH₄, CO₂, H₂O, NH₃).

Отдельно следует остановиться на активно развиваемой в настоящее время и широко признанной в мировой литературе, посвящённой свойствам флюидов, концепции линии Френкеля — принципиально нового элемента *P–T* фазовых диаграмм. Линия названа в честь совет-



Мастер-класс по латиноамериканским танцам в одном из клубов г. Москвы (2009 год).

ского физика Якова Ильича Френкеля, внесшего огромный вклад в современные представления о физике жидкостей. В.В. Бражкин обратил внимание на тот факт, что диффузия молекул в газе определяется свободным движением частиц и процессами межчастичных столкновений (баллистический столкновительный режим), в то время, как в плотных жидкостях процесс диффузии определяется активационными прыжками атомов или молекул (колебательно-прыжковый режим). Был установлен критерий определения линии смены типа динамики в сверхкритическом флюиде на основании поведения автокорреляционных функций скоростей частиц и обнаружено, что на фазовых диаграммах жидкостей при температурах, примерно на порядок выше температуры плавления, имеется узкая полоса температур (линия Френкеля), при переходе через которую теплоёмкость жидкости уменьшается до удвоенной константы Больцмана в расчёте на частицу. Также было показано, что в точках, лежащих на фазовой диаграмме ниже линии Френкеля, в жидкостях существуют поперечные возбуждения, в то время как выше линии Френкеля могут существовать только продольные колебания. Это приводит к существованию ниже линии Френкеля положительной дисперсии звука, исчезающей выше данной линии. Полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на саму природу жидкого состояния. Если раньше предполагалось, что жидкость обладает нулевым модулем сдвига, то теперь можно сказать, что жидкость демонстрирует конечную сдвиговую жесткость на высоких частотах. При этом в газе сдвиговая жесткость отсутствует на любой частоте.

Исследования превращений в жидкостях и стёклах, проводимые В.В. Бражкиным начиная с 1986 года, фактически привели к созданию нового направления в физике конденсированного состояния, которое в настоящее время активно развивается в мире. В.В. Бражкин был сопредседателем первого международного совещания, посвящённого фазовым превращениям в неупорядочен-

ных средах, собравшего большинство крупных специалистов по данному направлению из 19 стран.

Работы В.В. Бражкина получили широкое признание как в России, так и за рубежом, неоднократно входили в число лучших достижений РАН. В 2017 году ему присуждена Премия им. А.Г. Столетова за цикл работ по фазовым превращениям в жидкостях.

Научную работу Вадим Вениаминович успешно совмещает с научно-организационной и педагогической деятельностью. С 2016 года В.В. Бражкин является директором ИФВД РАН. Под его руководством институту была присвоена первая категория, воссозданы аспирантура ИФВД РАН и базовая кафедра в МФТИ, увеличен приток молодежи, возросло внебюджетное финансирование. Работы ИФВД РАН в течение последних 5 лет регулярно входят в число основных достижений РАН. В.В. Бражкин — член бюро Отделения физических наук РАН, Председатель Президиума Троицкого научного центра. Он является членом редколлегий журналов *Успехи физических наук (УФН)*, *Вестник РАН*, *Расплавы*, *Сверхтвёрдые материалы*; членом исполнительного комитета международного сообщества по высоким давлениям AIRAPT. На протяжении последних 30 лет В.В. Бражкин — бессменный организатор регулярной Всероссийской конференции молодых учёных "Проблемы физики конденсированных сред и высоких давлений".

В.В. Бражкин на всех уровнях активно защищает ценности фундаментальной науки, отстаивает интересы Троицкого научного центра и ИФВД РАН. Вадим Вениаминович — природный лидер. Во время обучения в МФТИ он был победителем институтской олимпиады по придумыванию новых задач, и до сих пор он постоянно фонтанирует новыми идеями, которыми охотно делится с сотрудниками ИФВД РАН.

В.В. Бражкина отличают чувство ответственности, высокая работоспособность, постоянная готовность прийти на помощь в трудной ситуации. Способности Вадима Вениаминовича отнюдь не исчерпываются его профессиональной деятельностью. Он активно интересуется литературой, искусством, философией, проявляет незаурядные кулинарные способности, до сих пор сохраняет любовь к танцам. Все это, а также личное обаяние, яркое чувство юмора и самоирония, делают его очень интересным в общении человеком.

Друзья и коллеги искренне поздравляют Вадима Вениаминовича с замечательным юбилеем, который он встречает в полном расцвете творческих сил, желают ему доброго здоровья, счастья и новых свершений в науке.

В.Е. Антонов, П.И. Арсеев, А.Б. Борисов, Е.А. Виноградов, В.В. Глушков, С.В. Демидов, М.Ю. Каган, В.В. Кведер, Д.Г. Кочиев, К.Д. Литасов, А.К. Муртазаев, И.А. Некрасов, Г.Э. Норман, В.М. Пудалов, В.Н. Рыжов, М.В. Садовский, В.В. Стегайлов, С.В. Стрельцов, Р.А. Суриц, Н.В. Суровцев, И.А. Щербаков, С.О. Юрченко