

тела под высоким давлением, пер. с англ., М., 1966; Брандт Н. Б., Ицкевич Е. С., Милина Н. Я., Влияние давления на поверхности Ферми металлов, «УФН», 1971, т. 104, с. 459; Механические свойства материалов под высоким давлением, пер. с англ., в. 1—2, М., 1973; Николаевский В. Ш., Лившиц И. Д., Сизов И. А., Механические свойства горных пород, в кн.: Итоги науки и техники. Сер. Механика твердого деформируемого тела, т. 11, М., 1978; Верецагин Л. Ф., Кабалкина С. С., Рентгеноструктурные исследования при высоком давлении, М., 1979; Курдюмов А. В., Пиликевич А. Н., Фазовые превращения в углероде и нитриде бора, К., 1979; Тонков Е. Ю., Фазовые диаграммы элементов при высоких давлениях, М., 1979; Верецагин Л. Ф., Твердое тело при высоких давлениях. Избр. труды, М., 1981; его же, Синтетические алмазы и гидроэкструзия. Избр. труды, М., 1982; Стишов С. М., Современное состояние физики высоких давлений, «Вестн. АН СССР», 1981, № 9, с. 52; Ададунов Г. А., Гольдянский В. И., Превращения конденсированных веществ при их ударно-волновом сжатии в регулируемых термодинамических условиях, «Успехи химии», 1981, т. 50, с. 1810; Понятовский Е. Г., Антонов В. Е., Белаш И. Т., Свойства фаз высокого давления в системах металл — водород, «УФН», 1982, т. 137, с. 663; Beggerow G., High-pressure properties of matter, в кн.: Landolt-Börnstein. Numerical Data and Functional Relationships in Science and Technology, New Series, gr. IV, v. 4, B.—N. Y., 1980.

Л. Д. Лившиц, Е. Г. Понятовский.

Динамические Д. в. создаются с помощью ударных волн. Ударные волны сжатия возникают в средах, сжимаемость к-рых уменьшается с ростом давления. Ударные волны в конденсиров. средах от детонации взрывчатого вещества (ВВ) достигают интенсивности в неск. десятков ГПа. Близкие давления создаются при ударе по мишени ударником, к-рый разгоняют с помощью пневматич. и пороховых пушек до скоростей ~ 2 км/с. С помощью ВВ можно разогнать ударник до скоростей, близких к скорости разлёта продуктов взрыва (~ 10 км/с). При соударении такого ударника с мишенью могут достигаться Д. в. в неск. сотен ГПа. Ещё большие (~ 1000 ГПа) Д. в. создаются с помощью *кумулятивного эффекта*. Действием сфокусированного лазерного излучения достигнуты давления ок. 1 тысячи ГПа. В экспериментах с подземными ядерными взрывами выполнены исследования при Д. в. в неск. десятков тысяч ГПа.

В отличие от статич. Д. в., к-рые могут варьироваться независимо от темп-ры сжимаемого вещества, динамич. Д. в. связаны с темп-рой. Темп-ра определяется урнним состоянием вещества и зависит от величины достигнутого давления и сжатия. В конденсиров. средах при Д. в. порядка неск. единиц или неск. десятков ГПа темп-ры достигают значений в сотни и тысячи К, при давлениях в сотни ГПа — десятков тысяч К. Существенно больших темп-р при том же давлении можно достичь при ударном сжатии вещества с пониженной нач. плотностью (пористые среды). Ударное сжатие — адиабатич. необратимый (неизотропный) процесс. Оно происходит с огромной скоростью в чрезвычайно узкой (для конденсиров. сред $\sim 10 \div 20$ Å) зоне фронта ударной волны. При этом вещество нагревается за счёт адиабатич. сжатия и сверх того вследствие пластич. течений и потока тепла, обусловленных градиентами напряжений и темп-ры в ударном фронте. Падение же давления и темп-ры за ударным фронтом происходит со скоростью на много порядков меньшей, чем скорость их роста в ударном фронте. Это процесс изотропный, и поэтому энергия ударной волны, затрачиваемая на дополнит. сверхадиабатич. нагрев в-ва при ударном сжатии, после прохождения волны остаётся в среде.

С увеличением интенсивности ударной волны сверхадиабатич. нагрев растёт непропорционально давлению, и на него приходится всё большая доля полной энергии волны. Этим определяется предельное сжатие вещества, к-рое может быть достигнуто ударным сжатием: при бесконечном возрастании давления вся энергия волны расходуется на нагрев среды, и сжатие её прекращается. Для увеличения сжимаемости вещества в ударной волне уменьшают его нач. темп-ру или применяют ступенчатое сжатие, когда конечное давление достигается не одной ударной волной, а серией следую-

щих друг за другом ударных волн меньшей интенсивности (квазиизотропич. сжатие).

Максимально достижимые статич. Д. в. ограничены прочностными свойствами конструкц. материалов, но поддерживать состояние с высоким статич. давлением, в принципе, можно бесконечно долго. Принципиально достижимые значения динамич. Д. в. не ограничены (благодаря фундам. свойству вещества — его инерционности), однако время их действия вследствие возникновения волн разрежения, движущихся со скоростью звука от свободных поверхностей ударно-сжатого тела, ограничено. Ударные волны сжатия движутся со скоростью, большей скорости звука в исходном веществе и меньшей, чем в ударно-сжатом. Поэтому волны разрежения догоняют фронт ударной волны и уменьшают давление в нём. По этой причине в реальном эксперименте удаётся поддерживать состояние с Д. в. лишь в течение неск. мкс и меньше (напр., при генерации ударных волн при лазерном воздействии).

Несмотря на кратковременность действия динамич. Д. в. разработаны исключительно прецизионные методы диагностики ударно-сжатого состояния. Законы сохранения массы и импульса связывают механич. параметры ударной волны: скорость волны D , скорость движения вещества за фронтом u , давление p и сжимаемость σ . Поэтому, чтобы определить их, достаточно два из них измерить экспериментально. Обычно измеряют D и u . При этом с помощью совр. осциллографов высокого разрешения и скоростных фоторегистров достигают точности измерений в доли процента. Для умеренных интенсивностей ударных волн разработаны методы прямого определения p (пьезодатчики) и σ (импульсная рентгенокопия). Точность в этом случае не выше неск. процентов. Темп-ра определяется оптич. методом (в прозрачных средах), а также методом термопар. Точность определения темп-р значительно ниже, чем значений механич. параметров ударной волны.

В науч. исследованиях динамич. Д. в. применяются для изучения свойств веществ в разл. агрегатных состояниях. При этом достигаются такие состояния, к-рые недоступны для др. методов (давления до тысяч ГПа, магн. поля до десятков млн. эрстед и т. д.). Помимо урнних состояний, в экспериментах с динамич. Д. в. исследуются оптич., магн. и электр. характеристики материалов. Известны работы, в к-рых для изучения свойств твёрдых тел в условиях динамич. Д. в. применяются импульсная *рентгенография материалов* и вынужденное *Мандельштама — Бриллюэна рассеяние*. В силу кратковременности действия ударной волны и особенно вследствие огромных скоростей сжатия вещества во фронте ударной волны в среде могут возникать сильно неравновесные состояния. Исследования в этих условиях разл. релаксац. процессов (хим. реакций, полиморфных переходов и др.) показало, что ударно-волновое воздействие следует рассматривать как новый тип воздействия на среду, т. к. часто оно приводит к результатам, к-рые либо трудно, либо невозможно получить др. способами. Так, дипольные молекулы под действием ударного фронта ориентируются по ходу волны. Этот эффект в условиях статич. Д. в. невозможен. Под действием ударных волн осуществляются разл. хим. реакции, при этом образуются продукты, специфические только для ударно-волнового воздействия. Напр., ароматич. соединения в слабых ударных волнах $[(11 \div 15) \cdot 10^3$ атм, темп-ра $100 \div 200$ °C] претерпевают частичное разложение с разрушением бензольного кольца. Эта атермич. деструкция обусловлена неравновесным состоянием вещества в зоне ударного сжатия. В статич. условиях при таких же значениях давлений и темп-ры эти соединения не разлагаются совсем, при нормальных давлениях и высоких темп-рах разлагаются с сохранением бензольного кольца, при дальнейшем росте темп-ры (до 2000 °C) происходит их полная графитизация. Под действием ударных волн мн. вещества претерпевают полиморфные переходы со