

Программа 3.5.7. Нестационарные процессы при высоких плотностях энергии в гидродинамике однородных и многофазных сред (структура течений, синтез наноструктурных соединений, волновые процессы) (координатор докт. физ.-мат. наук В. К. Кедринский)

В Институте гидродинамики им. М. А. Лаврентьева разработан метод электроимпульсного синтеза и спекания порошковых материалов, позволяющий компактировать как нереа-

гирующие, так и реагирующие смеси порошков (например, смесь порошков Ti, V в медной матрице) с образованием наноструктурного композита Cu—TiV₂. Обнаружено, что спека-

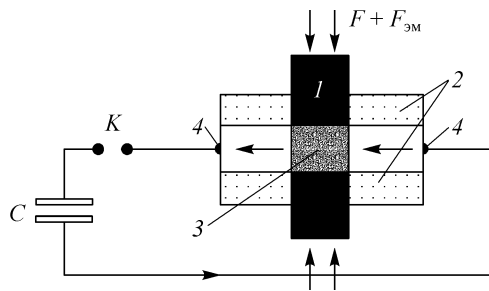


Рис. 34. Схема электроимпульсного спекания.

1 — плунжер, 2 — изолятор, 3 — порошок, 4 — электрод.

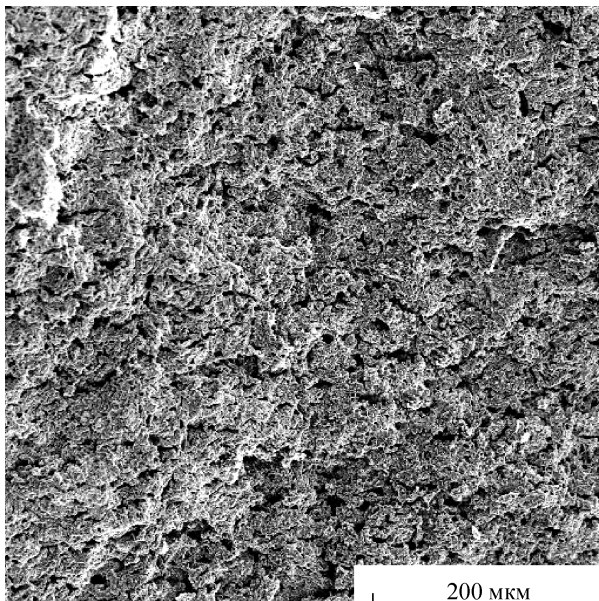


Рис. 35. Наноструктурный композит Cu—TiB₂, полученный методом электроимпульсного спекания.

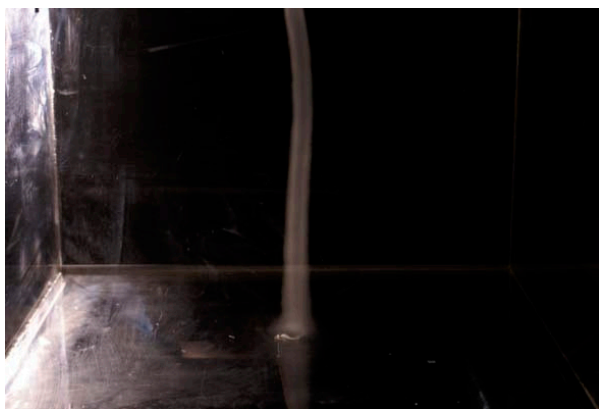


Рис. 36. Фотография вихря.

ние и синтез материалов зависят от величины интеграла тока $J = \int j^2 dt$. Определены критические значения интеграла тока для синтеза диборида титана в смеси порошков Ti, B, Cu. Проведено сравнение результатов действия

взрыва и электромагнитного импульса на одинаковые исходные порошковые среды, с целью нахождения преимуществ и недостатков взрывного компактирования и электроимпульсного спекания. Найдено критическое значение $J^* = 6 \cdot 10^{15} \text{ A}^2 \text{ c/m}^4$, при превышении которого происходило спекание порошка молибдена. Предложена схема экспериментов, в которой направление тока было перпендикулярно направлению прикладываемого статического давления, что позволило эффективно использовать сжимающее действие магнитного поля и увеличить размеры получаемых композитов (рис. 34, 35).

Впервые выполнены экспериментальные исследования времени формирования торнадоподобного вихря в замкнутой камере (рис. 36). Показано, что время формирования слабо зависит от величины закрутки и примерно обратно пропорционально расходу воздуха (рис. 37).

Анализ экспериментальных результатов по механизму разрушения структурной вязкости показал, что процесс разрушения при постоянном сдвиговом напряжении начинается с образования локальных зон пониженной вязкости (диссипативные структуры), которые со временем «размножаются». При этом вся среда наполняется прослойками с пониженной вязкостью, средняя по образцу (эффективная) вязкость снижается до некоторого значения и процесс тем эффективнее, чем выше начальная вязкость, скорость сдвиговой деформации и сдвиговое напряжение. Время перехода структурной вязкости от начального эффективного значения вязкости к конечному можно считать временем подготовки структуры среды к началу ее вязкого разрушения (рис. 38).

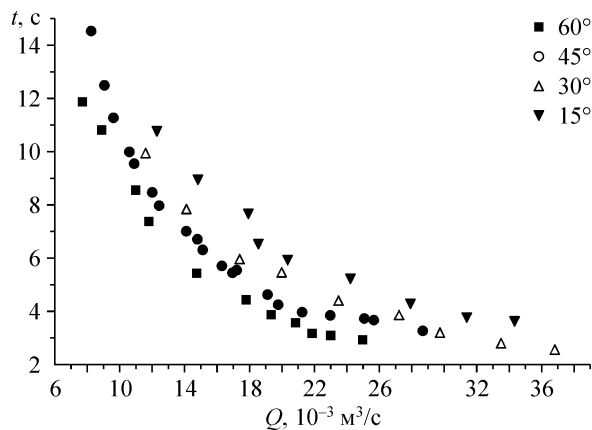


Рис. 37. Зависимость времени формирования вихря t от величины расхода воздуха Q при различных углах закрутки.

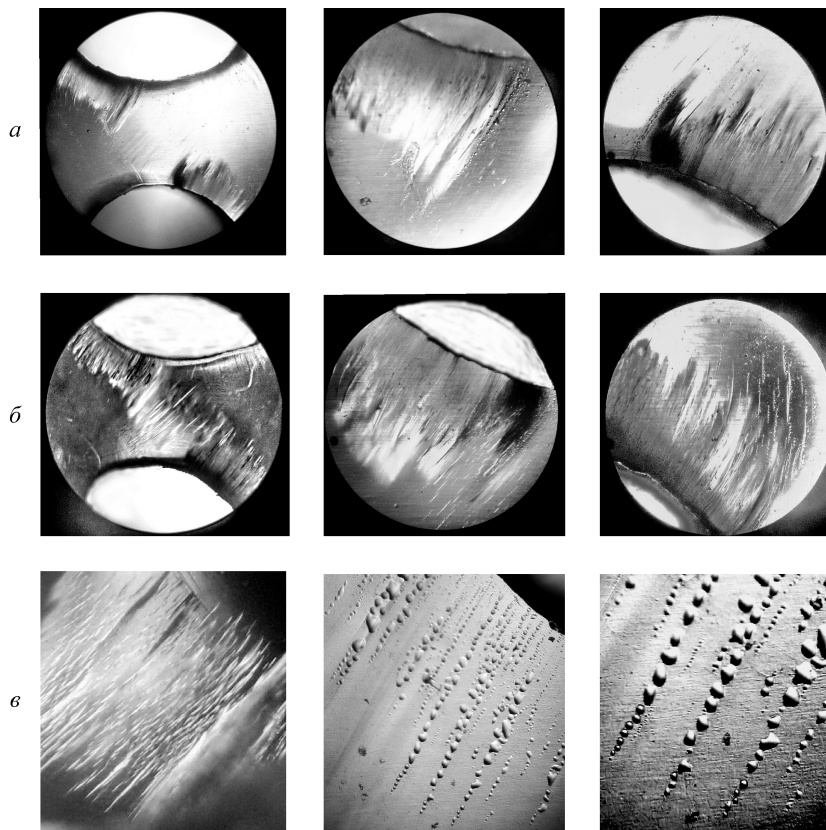


Рис. 38. Линии скольжения (*а*), прорастание по центру (*б*), структура линий скольжения (*в*).

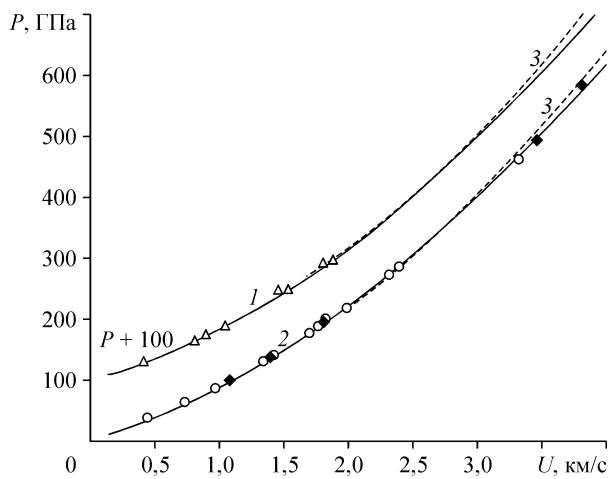


Рис. 39. Сравнение расчетных и экспериментальных результатов для ударных адиабат пористой смеси вольфрама, меди и никеля.

1, 2 — расчет для переменного коэффициента Грюнайзена, *1* — Fansten 77, мас.% W(90)Ni(6)Cu(4), пористость — 0,98; *2* — мас.% W(90)Ni(7,5)Cu(2,5), пористость — 0,975; *3* — аналогичные результаты для постоянного коэффициента Грюнайзена. Точки — экспериментальные результаты других авторов.

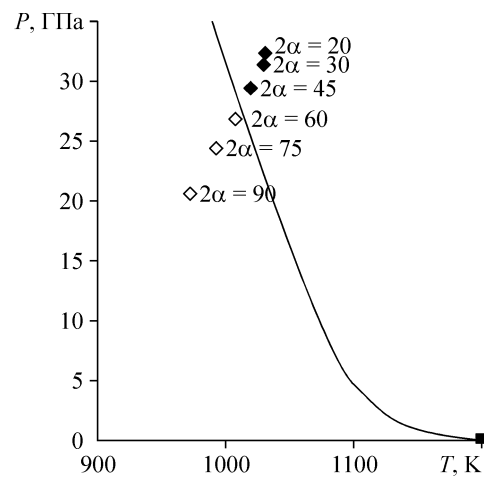


Рис. 40. Область синтеза кубической фазы TiC находится справа от расчетной кривой.

Разработана физико-математическая модель расчета ударной адиабаты многокомпонентной смеси порошковых материалов при взрывном нагружении с учетом зависимости коэффициента Грюнайзена от температуры. Показано, что развитый подход позволяет описывать экспериментальные результаты для ударных адиабат сплошных и пористых материалов до давлений порядка 0,6—1 ТПа и вы-

ше, а также без привлечения каких-либо подгоночных параметров описывать известные экспериментальные результаты по изоэнтропической разгрузке ударно сжатых пористых материалов (рис. 39).

Впервые построена граница области образования кубической фазы карбида титана до давлений порядка 30 ГПа (рис. 40).