

- [5] А р у т ю н я н В.М., П е т р о с я н С.Г. - ФТП, 1980, т. 14, № 10, с. 2001.
- [6] G r i b n i k o v Z.S., I v a s t c h e n k o V.M., M i t i n V.V. - Phys. stat. sol. (b), 1981, v. 105, N 2, p. 451.

Всесоюзный электротехнический институт им. В.И. Ленина
Москва

Поступило в Редакцию
19 января 1988 г.
В окончательной редакции
7 мая 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 24

26 декабря 1988 г.

ЭФФЕКТЫ АНОМАЛЬНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В СМЕСЯХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ И ОДНОАТОМНЫХ ГАЗОВ

А.П. Б е д и н

Одним из проявлений аномальной релаксации в ударных волнах (УВ) в газах является релаксационная неустойчивость течения, возникающая при достижении телом некоторой критической скорости полета и выражающаяся в появлении в ранее однородном потоке возмущений УВ и течения в целом, обусловленных локальным микровзрывным выделением энергии в ударном слое [1, 2]. В данной работе приводятся результаты экспериментального исследования этого явления в смесях фреонов-12, 114 (Φ -12- CF_2Cl_2 , Φ -114- $C_2F_4Cl_2$) с Ar или He , а также друг с другом. Эксперименты проведены на баллистической установке [3] при давлении $p = 0,04$ МПа и температуре $T = 291$ К. Концентрация примеси к каждому из фреонов $x_i = p_i/p$ (p_i - парциальное давление примеси) менялось от 0 до 1. При проведении экспериментов использовались сегментально-конические тела диаметром $d = 26$ или 28 мм с радиусом лобового сегмента $R = 1,5$. Угол атаки был равным 0, число Маха не превышало значения $M = 10$.

В результате обработки простых теневых фотографий, полученных в экспериментах, были определены области существования (в переменных x_i , M) неустойчивости течения в газовых смесях и измерены максимальные амплитуды пульсаций головной ударной волны Δ на режимах аномальной релаксации (см. рис. 1, 2). На рис. 1 представлены нейтральные кривые, разграничивающие области устойчивого и неустойчивого течения, для смесей фреонов друг с другом и с инертными газами. Там же показаны нейтральные кривые для чистых фреонов при давлении, соответствующему парциальному давлению их в смеси p ($I - x_i$). Светлыми точками на графиках отмечены границы устойчивого течения, темными - неустойчивого, в промежутке между ними находится область пере-

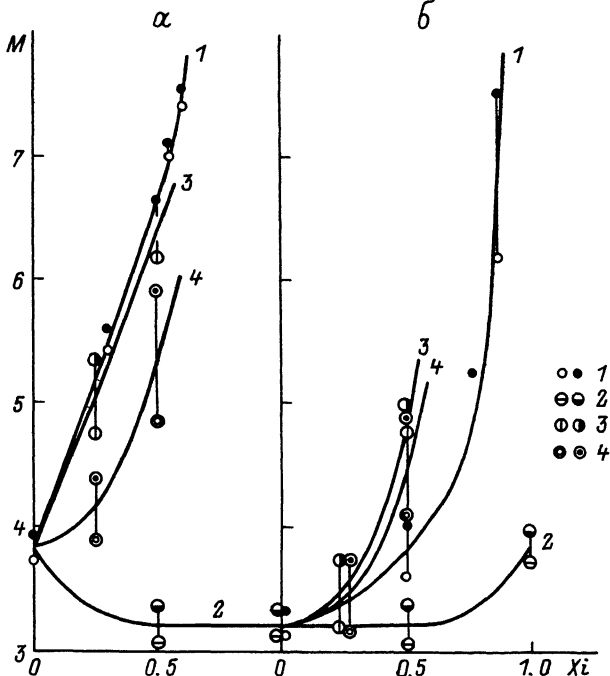


Рис. 1. Нейтральные кривые $M(x_i)$ в ϕ -12 и его смесях (а), 1-114 и его смесях (б). $p = 0.04(1 - x_i)$ МПа: 1 - ϕ -12, 114; 0.04 МПа: 2 - ϕ -12 + ϕ -114; 3 - ϕ -12, 114 + Ar, 4 - ϕ -12, 114 + Хе.

межаемого течения. Из рассмотрения графиков следует, что смешивание anomalously relaxing gas с инертным или любым другим, имеющим более высокую энергию активации, приводит (при условии сохранения давления смеси постоянным) к смещению нейтральных кривых в сторону больших чисел M . Если же примесь обладает меньшей энергией активации, то нейтральные кривые смещаются в сторону меньших чисел M . Эти эффекты обусловлены уменьшением концентрации фреона в смеси из-за условия проведения экспериментов: $p = const$. Если же при постановке экспериментов постоянным сохраняется парциальное давление фреонов в смесях, то характер смещения нейтральных кривых оказывается иным: при разбавлении $C_2F_4Cl_2$ аргоном зона устойчивого течения остается практически неизменной, заметно уменьшаясь при разбавлении его ксеноном. В случае $C_2F_4Cl_2$ примесь как Ar, так и Хе вызывает смещение нейтральных кривых в сторону больших чисел M , т.е. область устойчивого течения расширяется. В то же время при разбавлении $C_2F_4Cl_2$ фреоном-12 зона устойчивого течения сужается. Это означает, что инертные газы способствуют уменьшению в $C_2F_4Cl_2$ частиц, ответственных за возникновение

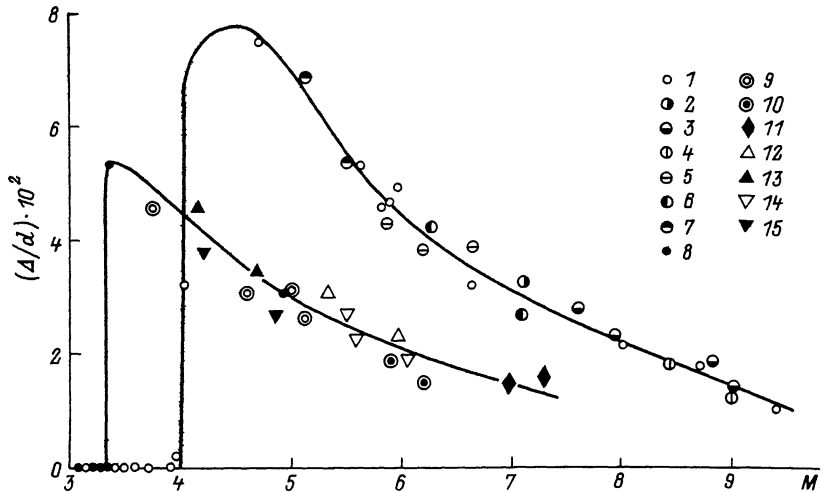


Рис. 2. Зависимость $\bar{\Delta}$ (М) в фреонах и их смесях с Ar, Xe . Ф-12, ρ : 1 - 0.04 МПа, 2 - 0.03, 3 - 0.017, 4 - 0.012, смесь при $\rho = 0.04$ МПа: 5 - 0.75 Ф-12 + 0.25 Ar , 6 - 0.5 Ф-12 + 0.5 Xe , 7 - 0.75 Ф-12 + 0.25 Xe ; Ф-114, ρ : 8 - 0.04 МПа, 9 - 0.02, 10 - 0.01, 11 - 0.005, смесь при $\rho = 0.04$ МПа: 12 - 0.5 Ф-114 + 0.5 Ar , 13 - 0.75 Ф-114 + 0.25 Ar , 14 - 0.5 Ф-114 + 0.5 Xe , 15 - 0.75 Ф-114 + 0.25 Xe .

неустойчивости. При этом, судя по приведенным на рис. 1 данным, величина атомного (молекулярного) веса примеси μ существенно и независимо от способа разбавления основного газа влияет на процесс возникновения неустойчивости УВ: увеличение μ всегда вызывает сдвиг нейтральных кривых в сторону меньших чисел M .

Графики рис. 2 дают представление о характере зависимости максимальной величины пульсации головной ударной волны $\bar{\Delta} = \frac{\Delta}{d}$ от числа M в Ф-12, 114 при разных давлениях, а также в их смесях с инертными газами. Сплошными линиями на рисунке обозначены пульсационные кривые для чистых фреонов при $\rho = 0.04$ МПа. Из рассмотрения кривых видно, что амплитуда колебаний Δ при достижении телом критического числа M скачком возрастает от 0 до своего максимума, после чего плавно уменьшается до значений, близких к 0, при $M \sim 10$. Аналогичный характер зависимости $\bar{\Delta}(M)$ имеет место и при других давлениях с той лишь разницей, что при $\rho > 0.04$ МПа скачок величины $\bar{\Delta}$ начинается при меньших числах M , а при $\rho < 0.04$ МПа - при больших. Ниспадающие ветви кривых $\bar{\Delta}(M)$ при разных давлениях ($\rho = 0.005-0.04$ МПа) совпадают или близки друг к другу, о чем можно судить по данным рис. 2, так что величина скачка $\bar{\Delta}$ при уменьшении давления

уменьшается (из-за роста критического числа M), а при его увеличении растет. Измерения амплитуды пульсаций УВ в разных средах показали, что $\bar{\Delta}$ на ниспадающих ветвях пульсационных кривых в чистых фреонах и в их смесях с инертными газами при $M = \text{const}$ одинаковы (в пределах разброса экспериментальных данных). Начало скачка $\bar{\Delta}$ в смесях определяется концентрацией примеси, его величина — соответствующим критическим числом M . Сопоставление пульсационных кривых фреонов-12, 114 показывает, что величина максимальной пульсации УВ в CF_2Cl_2 приблизительно вдвое больше, чем в $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$. Поэтому на режимах аномальной релаксации в этих двух газах можно ожидать различной степени роста коэффициента сопротивления тел.

Л и т е р а т у р а

- [1] Мишин Г.И., Бедин А.П., Юшенкова Н.И., Скворцов Г.Е., Рязин А.П. — ЖТФ, 1981, т. 51, № 11, с. 2315–2324.
- [2] Бедин А.П., Мишин Г.И., Скворцов Г.Е. — Письма в ЖТФ, 1981, т. 7, в. 10, с. 613–618.
- [3] Мишин Г.И., Менде Н.П. В кн.: Аэрофизические исследования сверхзвуковых течений. М.—Л.: Наука, 1967, с. 163–168.

Физико-технический
институт им. А.Ф. Иоффе
АН СССР, Ленинград

Поступило в Редакцию
6 октября 1988 г.

Письма в ЖТФ, том 14, вып. 24

26 декабря 1988 г.

ОСОБЕННОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ СМЕЩЕНИЯ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

Ф.Г. Барьяхтар, А.М. Гришин,
Ю.А. Кузин, Ю.В. Мелихов,
А.М. Редченко

Несмотря на большое число работ, посвященных изучению динамики доменных границ (ДГ) в эпитаксиальных феррит-гранатовых пленках (ЭФГП) [1–5], отсутствие единого методического подхода к этой проблеме делает актуальным вопрос разработки универсального метода исследования процессов смещения ДГ.

Сочетание высокоскоростной фотографии (ВСФ) и импульсного фотометрического детектирования (ИФД), на наш взгляд, позволяет решить, практически, все вопросы, возникающие при исследовании динамики ДГ в ЭФГП. Однако, если эффективность ВСФ ограничена