

1. Использование модели невязкого газа для оценки взаимодействия потоков за срезом деформированного соплового блока ограничен применимостью самой модели, которая справедлива лишь для тонких пограничных слоев.

2. Поперечное смещение лопаток, как правило, приводит к уменьшению коэффициента усиления и выводимой мощности излучения за сопловой решеткой. Отмеченное уменьшение не превышает средней величины сдвига $|A|$, отнесенной к размеру минимального сечения недеформированного сопла $2h_*$, если $\delta = |A|/2h_* \leq 30\%$.

3. Неравномерность потока на выходе сопла усиливает влияние пограничных слоев, сходящихся с сопловых лопаток, на инверсные характеристики газа. В области умеренных и высоких давлений торможения (в данном случае $p_0 \leq 1$ МПа) разбухание пристеночных слоев и вязких следов приводит к полной дезактивации среды на расстояниях, в ~ 10 раз меньших тех, что обусловлены релаксационными процессами в модели невязкого газа. Для корректного описания инверсных характеристик потока в этих условиях необходимо использовать более сложную модель, учитывающую вязкие свойства среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосев С. А. Газодинамические лазеры.— М.: Наука, 1977.
2. Козлов Г. И., Стуцкий Е. А. ЖТФ, 1975, 45, 2, 359.
3. Солоухин Р. И., Фомин И. А. Докл. АН СССР, 1976, 228, 3, 596.
4. Левин В. А., Туник Ю. В. Изв. АН СССР, МЖГ, 1976, 1, 118.
5. Егоров Б. В., Комаров В. Н. ПМТФ, 1975, 2, 24.
6. Егоров Б. В., Комаров В. Н., Саяшин Г. И. ПМТФ, 1976, 5, 13.
7. Горячев С. В., Новоселов А. Г., Полуэктова И. Л. и др. // Газодинамика проточной части ГДЛ.— Новосибирск: ИТПМ СО АН СССР, 1987.
8. Борейшо А. С., Лавров А. В., Лебедев В. Ф. и др. ИФЖ, 1987, 52, 1, 90.
9. Британ А. Б., Левин В. А., Лосев С. А. и др. Квант. электроника, 1981, 8, 5, 1002.
10. Британ А. Б., Левин В. А., Старик А. М. и др. Квант. электроника, 1986, 13, 1, 86.
11. Смехов Г. Д., Фотиев В. А. ЖВММФ, 1978, 18, 5, 1283.
12. Туник Ю. В. // Неравновесные течения газа и оптимальные формы тел в сверхзвуковом потоке.— М.: Изд-во МГУ, 1978.
13. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя.— М.: Наука, 1969.
14. Верховский В. П. Численный расчет плоских сверхзвуковых сопел с изломом контура. Таблицы координат сопел на числа $M = 3 \div 7$. Тр. ЦАГИ.— 1975.— Вып. 1680.

Поступила в редакцию 25/IV 1988,
после доработки — 13/III 1989

УДК 531.781

ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОГО КРЕШЕРА

В. Ф. Новиков, В. В. Нассонов, А. В. Иванюк

(Тюмень)

Крешеры, по степени пластической деформации которых судят о величине приложенных напряжений, имеют низкую точность, одноразовое применение и неоднозначность показаний в случае различных скоростей нарастания давления в ударной волне (УВ) [1]. Магнитоупругий крешер, изготовленный из соединений TbFe₂, обладает тем преимуществом, что испытывает только упругую (не пластическую) остаточную деформацию. Это существенно улучшает метрологические характеристики датчика [2]. Однако крешеры на основе соединений Tb—Fe имеют недостатки, которые снижают возможности их применения прежде всего из-за невысокой прочности сплава и ненадежности клеевого соединения тензодатчика и крешера.

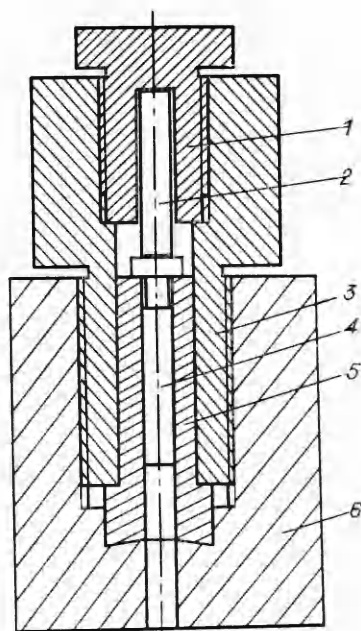


Рис. 1. Датчик ударных нагрузок с запоминанием.

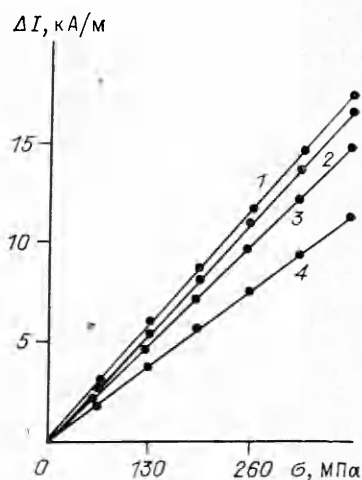


Рис. 2. Изменение остаточной намагниченности ΔI крешеров после приложения однократных сжимающих напряжений σ для сплавов: 1 — Fe — 0,6 C, Mn; 2 — Fe — 0,45 C; 3 — Fe — 0,3 C, Cr, Mn; 4 — Fe — 0,8 C.

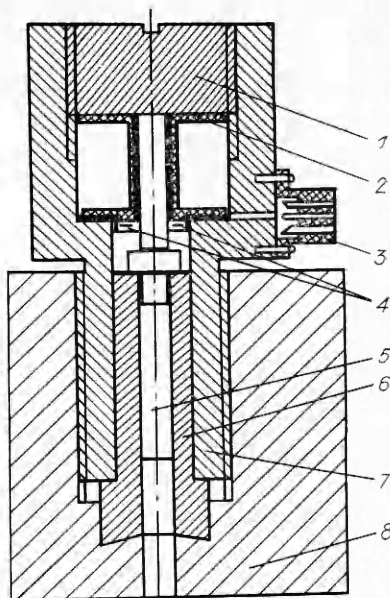
В настоящей работе предложен способ считывания информации о величине действовавших давлений и магнитный крешер в значительной мере лишенный этих недостатков. На рис. 1 показана обойма 5 плунжерной пары, которая закрепляется в стенке камеры корпусом 3. Плунжер 4 передает давление на магнитный крешер 2, положение которого фиксируется гайкой 1. Обойма плунжерной пары, сам плунжер и корпус изготовлены из прочной немагнитной стали. Крешер изготавливается из сплавов, обладающих магнитоупругим гистерезисом, намагничивается до насыщения полем электромагнита ($6 \cdot 10^5$ А/м) и в состоянии остаточной намагниченности помещается в датчик. В момент удара плунжера о крешер он размагничивается.

Как показали исследования, изменение остаточной намагниченности для выбранных сталей тем больше, чем больше величина силы, приложенной к материалу крешера. На рис. 2 приведены кривые изменения остаточной намагниченности крешеров, изготовленных из закаленных (810°C) и отпущенных при 250°C сплавов после квазистатического нагружения σ . Величина нагрузки определялась с погрешностью в 2 %. Видно, что в широком интервале σ наблюдается очень хорошая линейная зависимость между изменениями остаточной намагниченности ΔI и величиной σ . Воспроизводимость результатов высокая. Точность, которая может быть достигнута, определяется точностью измерения ΔI , которая составляет в нашем случае 3—5 % [3].

В данной работе величина ΔI находилась с помощью микроверметра дифференциальным методом. Крешеры (рабочий и эталонный) помещались в немагнитную трубку (раздельно), которая затем вдвигалась в катушки (с числом витков 100) так, что они оказывались посредине крешеров. Катушки включались встречно и присоединялись к микроверметру Ф199. В момент выдвигания (или вдвигания крешеров из катушек) проводилось измерение.

Измерение существенно упрощается, если вблизи крешера поместить миниатюрные ($1,5 \times 0,5$ мм) феррозонды [3, 4], включенные встречно так, что они измеряют магнитное поле крешера и слабо реагируют на внешние поля (рис. 3). В этом случае изменение намагниченности определяется феррозондовым магнитометром с погрешностью 5 % [4]. Намаг-

Рис. 3. Датчик ударных нагрузок с встроенной намагничивающей и измерительной системой.
1 — разъемы; 2 — гайка; 3 — полузонды феррозондового магнитометра; 4 — намагничивающая катушка; 5, 6 — плунжерная пара; 7 — корпус датчика; 8 — стенка камеры.



ничивание крешера осуществляется с помощью электромагнита. Однако в этом случае калибровка крешера и аппаратуры должна проводиться по давлению внутри камеры с помощью эталонного прибора. В частности, датчик с вынимаемым крешером (см. рис. 1) может служить таким эталоном, так как крешеры могут быть легко изготовлены в больших количествах, строго откалиброваны. Пока не удалось получить достоверные экспериментальные данные о динамических характеристиках магнитоупругого крешера. Однако известно [5], что время срабатывания механизма переключения магнитных доменов (время скачка Баркгаузена) составляет 10^{-5} — 10^{-4} с. Это позволяет оценить время срабатывания магнитоупругого крешера в 10^{-5} — 10^{-4} с.

Таким образом, в работе предложен новый вариант магнитоупругого крешера, позволяющего осуществлять бесконтактный съем информации. Материалы, использованные для его изготовления, гарантируют высокую надежность работы датчика, точность измерения и автономность работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов Б. В. и др. Материальная часть и основы артиллерийских систем.— М., 1974.
2. А. с. 853434 СССР, МКИ G 01 L1/12. Материал крешера/ В. Ф. Новиков, Е. В. Долгих.— Оpubл. 07.08.81, Бюл. № 29.
3. Кифер И. П. Испытания ферромагнитных материалов.— М.: Энергия, 1969.
4. Веденев М. А., Дрожжина В. И., Куликов В. А. Высокочувствительный магнитометр с феррозондовым индикатором для исследования магнитных свойств ферромагнитных пленок // Исследования в области теоретического и прикладного магнетизма.— Свердловск, 1967.
5. Рудяк В. М. Процессы переключения в нелинейных кристаллах.— М.: Наука, 1986.

Поступила в редакцию 6/IV 1987,
после доработки — 7/VII 1988

УДК 533.661.172

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЙ С ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИМИ РЕАКЦИЯМИ В УДАРНЫХ ТРУБАХ

А. Б. Британ, А. П. Зуев, А. Ю. Стариковский
(Долгопрудный)

Ударные трубы — достаточно простой и удобный инструмент для изучения физико-химических превращений в нагретых газах. Термодинамические параметры и глубина химических превращений в таких условиях легко варьируются заданием исходного состава газа и скорости ударной волны (УВ) [1].

Кинетика реакций обычно исследуется в условиях, когда экзотермика реакций несущественно влияет на газодинамику течения. Это до-