

Ю. М. ГЕЛЬФГАТ, Л. Г. КИТ, А. Б. ЦИНОБЕР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕХОДА  
М.Г.Д.-ТУРБУЛЕНТНОГО ТЕЧЕНИЯ В ЛАМИНАРНОЕ

(Представлено академиком М. Д. Миллиончиковым 25 I 1971)

В ряде работ с целью непосредственного наблюдения подавления магнитным полем турбулентности при м.г.д.-течении в трубах производилось измерение интенсивности турбулентных пульсаций скорости и электрического поля (<sup>1-8</sup>). Во всех этих работах отношение числа Гартмана к числу Рейнольдса  $Ha/Re$  превосходило критическое значение, полученное из опытов по измерению коэффициента сопротивления. Однако несмотря на это в потоке сохранялся значительный уровень турбулентных пульсаций, составляющий 30—50% от уровня в отсутствии магнитного поля\*. Для

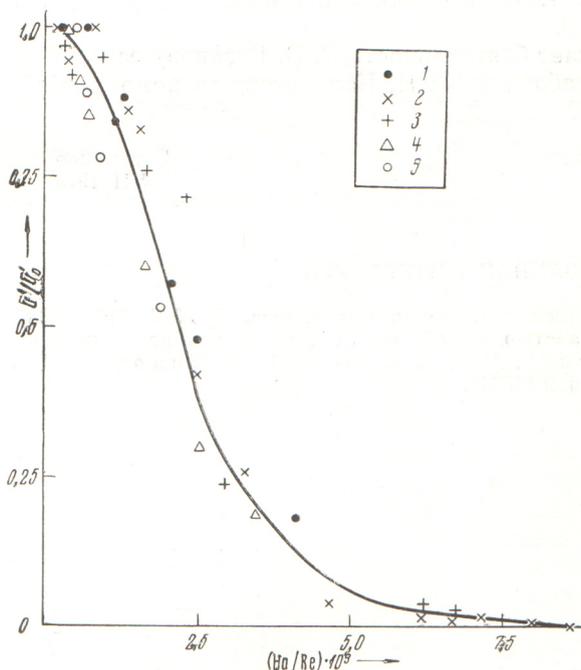


Рис. 1. Изменение интенсивности пульсаций скорости под влиянием магнитного поля. 1 —  $Re \cdot 10^{-3} = 5,2$ ; 2 — 6,5; 3 — 8,4; 4 — 15; 5 —  $Re \cdot 10^{-3} = 21$

канал прямоугольного сечения, который помещался в зазор кольцевого магнита, описанного в работе (<sup>13</sup>). Верхняя и нижняя стенки канала одновременно служили электродами, с помощью которых к каналу подводился ток и таким образом ртуть приводилась в движение. Весь поток в таком

\* С другой стороны, известно (<sup>9, 10</sup>), что магнитное поле достаточной величины полностью подавляет вихревую дорожку Кармана за цилиндром.

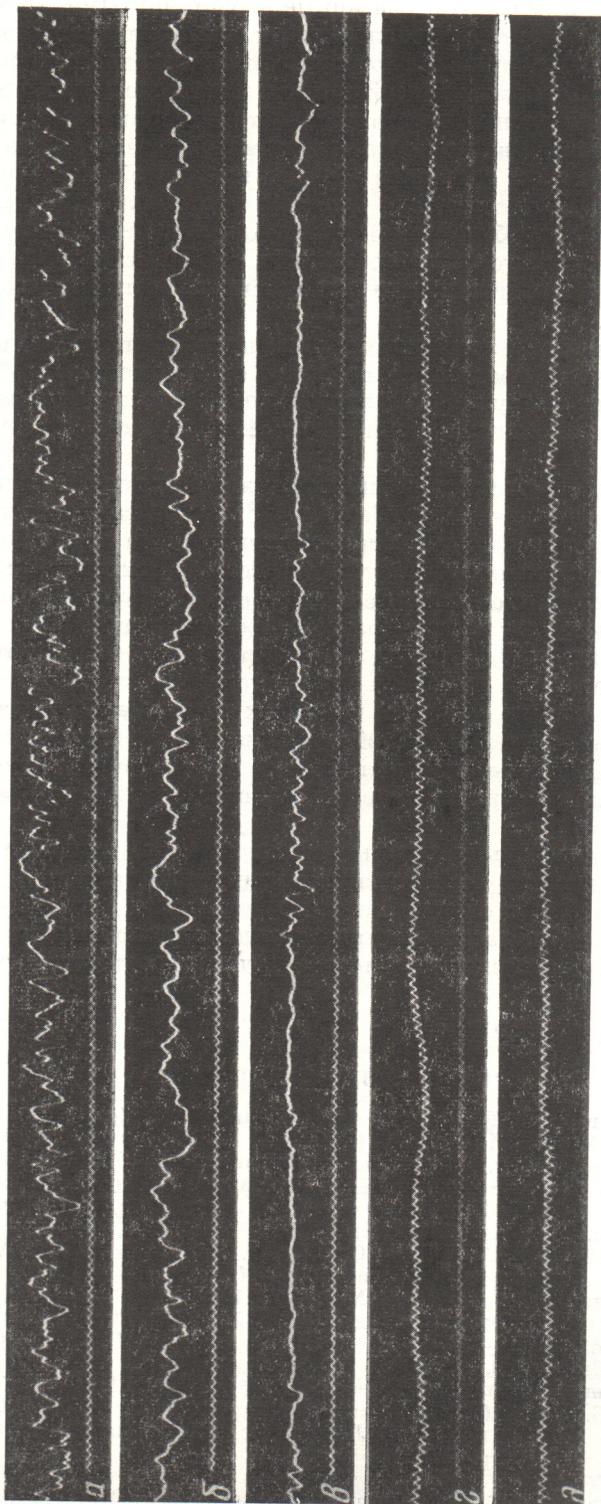


Рис. 2. Осциллограммы пульсаций скорости при  $Re = 6,5 \cdot 10^3$  и различных числах Гартмана На: а — 4,3; б — 4,9; в — 24; г — 55; д — в отсутствие движения

канале находится в магнитном поле, что исключает эффекты, связанные с конечной протяженностью магнитного поля вдоль направления течения, а, следовательно, и эффекты, связанные с упомянутыми возмущениями, приносимыми из областей, расположенных вне магнитного поля.

Измерения производились с помощью изолированного термоанемометрического датчика фирмы «Disa Electronik», расположенного в центре сечения канала. Для оценки чувствительности измерительной системы укажем, что в отсутствие движения электрический сигнал, снимаемый с датчика термоанемометра, составлял  $\sim 1$  мВ при любой величине индукции магнитного поля. Для сравнения отметим, что абсолютная величина сигнала при развитом турбулентном течении (т. е. при наименьшей величине индукции магнитного поля) составляла  $\sim 200$  мВ. В то же время в достаточно сильном магнитном поле сигнал снижался практически до уровня шума (рис. 2).

На рис. 1 показана экспериментально полученная зависимость интенсивности пульсаций продольной скорости от параметра  $Ha/Re$ , отнесенная к интенсивности пульсаций продольной скорости, при минимальном значении индукции магнитного поля ( $\sim 10^{-2}$  тл), соответствующей данной скорости\*.

Из приведенного рисунка видно, что с возрастанием  $Ha$  интенсивность пульсаций резко падает и при  $Ha/Re \approx 8 \cdot 10^{-3}$  обращается в нуль (точнее, сигнал, снимаемый с датчика термоанемометра при наличии движения, становится равным сигналу в отсутствие движения и магнитного поля). Подчеркнем, что значение  $Ha/Re$ , при котором происходит переход к ламинарному движению, соответствует полученному из экспериментов по измерению коэффициента сопротивления и сильно отличается от значения, найденного в линейной теории устойчивости. По-видимому, этот факт можно объяснить наличием конечных возмущений, создаваемых датчиком термоанемометра. Таким образом, можно предположить, что экспериментально найденные значения  $Ha/Re$ , при которых происходит переход к ламинарному режиму течения, являются нижними критическими значениями.

На рис. 2 приведены некоторые осциллограммы пульсаций при  $Re = 6,5 \cdot 10^3$ . Здесь также видно резкое уменьшение сигнала с увеличением числа Гартмана. Особо следует отметить, что вместе с этим при  $Ha/Re \sim (3-4) \cdot 10^{-3}$  наблюдается четкая картина перемежаемости и лишь при больших  $Ha/Re$  возмущения в потоке полностью отсутствуют.

Институт физики  
Академии наук ЛатвССР  
Рига

Поступило  
29 XII 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> M. Sajben, J. A. Fay, Mass. Inst. Techn. Fluid Mech. Lab. Publ., № 65—5 (1965); J. Fluid Mech., 27, № 1, 81 (1967). <sup>2</sup> Г. Г. Брановер, Н. М. Слюсарев, Э. В. Щербинин, Магнитная гидродинамика, № 1, 33 (1965). <sup>3</sup> Н. И. Болонов, Б. А. Коловандин и др., Изв. высш. учебн. завед., сер. Энергетика, № 1, 65 (1966). <sup>4</sup> М. Х. Ибрагимов, Н. И. Логинов, В. И. Субботин, Магнитная гидродинамика, № 3, 19 (1968). <sup>5</sup> F. W. Fraim, W. H. Heiser, J. Fluid Mech., 33, № 2, 397 (1968). <sup>6</sup> R. A. Gardner, P. S. Lykoudis, AIAA Fluid and Plasma Dynamics Conference, San-Francisco, Calif., June 16—18, 1969. <sup>7</sup> Н. М. Слюсарев, Магнитная гидродинамика, № 4, 137 (1969). <sup>8</sup> Г. Г. Брановер, Ю. М. Гельфгат и др., Магнитная гидродинамика, № 3, 82 (1970). <sup>9</sup> W. H. Heiser, AIAA, J., 2, № 12, 2543 (1964). <sup>10</sup> А. Б. Цинобер, Магнитогидродинамическое обтекание тел, Рига, 1970. <sup>11</sup> Г. Г. Брановер, Ю. М. Гельфгат и др., Изв. АН СССР, Механика жидкости и газа, № 2, 35 (1970). <sup>12</sup> Л. Г. Кит, С. В. Турунтаев, А. Б. Цинобер, Магнитная гидродинамика, № 3 (1970). <sup>13</sup> Г. Г. Брановер, И. М. Кирко, О. А. Лиелаяусис, Прикладная магнитогидродинамика, 12, Рига, 1961, стр. 167.

\* Такому значению индукции магнитного поля соответствовали числа Гартмана  $\sim 1-2$  и параметры магнитного взаимодействия  $\sim 10^{-4}-10^{-3}$ , при этом число Рейнольдса составляло  $5 \cdot 10^3-2 \cdot 10^4$ . Очевидно, что при таких параметрах влияние магнитного поля на течение пренебрежимо мало.